

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

db

ANNALES DE L'INSTITUT NATIONAL
DE LA
RECHERCHE AGRONOMIQUE
SÉRIE B
ANNALES DE
L'AMÉLIORATION DES PLANTES

GÉNÉTIQUE - SÉLECTION - ÉCOLOGIE
TECHNIQUES CULTURALES



INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
7, rue Keppeler - Paris

5^e Année. — N° 4.

ANNALES DE L'I.N.R.A. (S^{ie} B) - AMÉLIORATION DES PLANTES - Octobre-Décembre 1955

AAP5.4

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

7, rue Keppler, PARIS. Tél. : Kléber 23-04, 23-20, 23-21.

Directeur : R. BRACONNIER

Conseil Supérieur de la Recherche Agronomique

Président..... M. le Ministre de l'Agriculture.

Vice-Président M. le Professeur LEMOIGNE, membre de l'Institut.

Comité Permanent de la Recherche Agronomique

Président M. le Professeur LEMOIGNE.

Membres..... MM. les Professeurs BRESSOU, TERROINE. N...
Le Directeur de l'Institut National de la Recherche Agronomique.
L'Inspecteur général de la Recherche Agronomique.
Les Directeurs centraux de Recherches.

Rédaction des Annales

Pour l'ensemble des Séries : M. BUSTARRET, Inspecteur général de la Recherche Agronomique,

Série A. — *Agronomie* : M. BOISCHOT, Directeur de la Station Centrale d'Agronomie générale.

Série B. — *Amélioration des plantes* : M. MAYER, Directeur de la Station Centrale de d'Amélioration des Plantes.

Série C. — *Epiphyties* : M. RAUCOURT, Directeur du Laboratoire de Phytopharmacie.
M. DARPOUX, Directeur de la Station Centrale de Pathologie végétale et
M. TROUVELOT, Directeur de la Station Centrale de Zoologie agricole.

Série D. — *Zootéchnie* : M. BUSTARRET, Inspecteur général de la Recherche agronomique.
M. A.-M. LEROY, Professeur à l'Institut National Agronomique.

Série E. — *Technologie agricole* : M. FLANZY, Directeur de la Station Centrale de Recherches sur l'Œnologie, la Cidrerie et les Jus de fruits.
M. MOCQUOT, Directeur de la Station Centrale de Microbiologie et de Recherches laitières.

ADMINISTRATION ET SECRÉTARIAT DE LA RÉDACTION :

7, rue Keppler, PARIS. Tél. : Kléber 23-04, 23-20, 23-21.

TARIF DES ABONNEMENTS POUR 1956

	FRANCE	ÉTRANGER	LE N°
SÉRIE A. — AGRONOMIE			
Abonnement annuel (6 livraisons)	3.500	4.100	650
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	400	450	—
SÉRIE B. — AMÉLIORATION DES PLANTES			
Abonnement annuel (4 livraisons)	2.300	2.700	650
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	400	450	—
SÉRIE C. — ÉPIPHYTIES			
Abonnement annuel (4 livraisons)	2.300	2.700	650
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	300	350	—
SÉRIE D. — ZOOTECHNIE			
Abonnement annuel (4 livraisons)	1.100	1.300	325
SÉRIE E. — TECHNOLOGIE			
Abonnement annuel (4 livraisons)	2.300	2.700	650
Chaque demande de changement d'adresse doit être accompagnée de 30 fr. en timbres-poste.			

Les abonnements sont reçus chez tous les libraires ainsi qu'au siège de l'Institut
7, rue Keppler (régie des publications, C.C.P., PARIS, 9064-43)

LES POSSIBILITÉS D'ÉVOLUTION DES GERMES DE LA POMME DE TERRE ET LEURS CONSÉQUENCES

PAR

P. MADEC et P. PERENNEC

Laboratoire de Recherches sur la Pomme de terre. Landerneau.

PLAN DU MÉMOIRE

- I. — Introduction : Définition de l'incubation.
- II. — Étude de quelques facteurs agissant sur la durée d'incubation.
 - A. — *Données expérimentales.*
 - 1^o Action du stade de germination.
 - 2^o Action de différents modes de conservation.
 - 3^o Action du facteur variétal.
 - B. — *Discussion.*
- III. — Importance du degré d'évolution des germes vers l'incubation au moment de la plantation.
 - A. — *Données expérimentales.*
 - B. — *Discussion.*
- IV. — Résumé.

I. N. R. A.
BIBLIOTHEQUE UO 35906
DOMAINE DE CROUELLE
63039
CLERMONT-FD CEDEX 2

I. — INTRODUCTION

Le schéma actuellement connu du cycle végétatif de la pomme de terre est le suivant :

Le tubercule est généralement à l'état de repos au moment de sa récolte. Au bout d'un temps plus ou moins long — et essentiellement variable suivant les variétés et les conditions du milieu de conservation — il commence à germer. Ce sont les germes qui, une fois plantés, donneront naissance à de nouvelles plantes feuillées. Au bout d'un certain temps de latence — précocité de tubérisation — ces plantes formeront elles-mêmes de nouveaux tubercules qui, au moment de la récolte normale à maturité, après la mort naturelle des organes aériens, se trouveront à l'état de repos.

Selon CLAVER (2), la tubérisation ne nécessite pas la plantation en terre. Les germes, tout en continuant à ne dépendre exclusivement que

du tubercule-mère au point de vue nutritif, peuvent former des stolons qui au bout d'un certain temps portent eux-mêmes de petits tubercules. C'est le stade de l'*incubation* ⁽¹⁾. La période d'incubation est le temps s'écoulant entre le départ de la germination et la formation des ébauches de tubercules par les germes.

CLAVER a étudié le phénomène de l'incubation sous diverses conditions de milieu et conclu que :

1^o la lumière n'est pas nécessaire ;

2^o un certain nombre de cycles naturels de lumière (17 jours de 10 heures) avant la mise à l'obscurité totale, accélère le processus, mais un nombre plus élevé (de 31 à 41 jours) est néfaste ainsi que la lumière continue. Les températures les plus favorables se situeraient entre 15^o,2 et 18^o,7 C. Une autre série d'expériences confirme ces conclusions concernant la lumière et montre que les températures basses (4^o,7 à 8^o, 8) allongent considérablement la période d'incubation par comparaison avec des températures de 20^o,8 à 29^o,1.

Pour la première fois la formation de tubercules par les germes était présentée comme un phénomène normal alors que les faits à priori analogues du boulage en terre, ou de la formation de tubercules sur les germes après une conservation trop longue en cave ou en silo etc... n'étaient considérés que comme des « accidents », d'ailleurs inexpliqués. Le parallélisme évident entre le stade de l'incubation sur germes et celui de l'initiation des tubercules sur plantes que nous avons nous-mêmes défini (5) nous a conduit à entreprendre quelques études sur l'incubation. Notre premier objectif était, par une meilleure connaissance de ce phénomène, d'aider à mieux déterminer les causes du boulage, peut-être aussi d'arriver à évaluer les précocités de tubérisation sans recourir à des plantations en terre qui rendent l'observation de la formation des tubercules particulièrement difficile.

II. — ÉTUDE DE QUELQUES FACTEURS AGISSANT SUR LA DURÉE D'INCUBATION

A. — Données expérimentales

Quand nous avons entrepris ces recherches en avril-mai 1955 nous ne disposions que de tubercules germés depuis l'automne et l'hiver précédents, alors que l'incubation, selon sa définition, se mesure à partir du début de la germination. Nos premiers travaux ne permettent donc pas sa mesure intégrale, mais une simple comparaison entre différents lots, en supposant que tous ceux-ci aient déjà subi une certaine évolution vers

⁽¹⁾ Le terme a été utilisé par SAVIC V. M. dans *The incubation of potatoes*. Sovetskaya Botanika (6) : 35-41, 1943 (cité par CLAVER).

l'incubation pendant la conservation, entre le départ des germes et leur mise en examen.

Ces expériences sur l'incubation ont consisté dans la comparaison à l'intérieur d'une même variété, de tubercules dont les germes avaient subi des actions différentes au cours de la conservation, ou différentes variétés dont les tubercules avaient subi une même conservation.

Selon CLAVER l'obscurité est nécessaire pour la bonne manifestation du phénomène. Sans avoir pour but de déterminer avec précision les conditions les plus favorables à l'incubation, nous avons étudié le phénomène sur des tubercules placés en cave, à l'obscurité complète, sur de la mousse humidifiée par des arrosages répétés tous les 4 à 5 jours et au germeoir en atmosphère relativement sèche et chaude, d'une part à la lumière (conservation normale en clayettes), d'autre part à l'obscurité.

1^o Action du stade de germination

Les tubercules proviennent d'une plantation précoce (6 avril 1954) et d'une plantation tardive (12 mai 1954) d'un même clone de *Bintje* dans un même terrain. Ils ont été récoltés et conservés strictement dans les mêmes conditions. Les observations suivantes ont été faites sur les tubercules de 80-120 Grammes qui ont été utilisés.

Dates	PP (plantation précoce)	PT (plantation tardive)
15/11/54	Majorité germée ; germes allant de pointe à 0,5 cm.	Néant.
1/12/54	10 % de non germés ; les germes vont de pointe à 1 cm.	10 % des tubercules ont des germes qui pointent.
31/1/55	Tous germés ; germes de 1 cm à 2,5 cm.	Tous germés ; germes de 0,5 cm en moyenne.
13/4/55	Germes de 4 à 5 cm, à stolons développés (3 à 4 cm de long).	Germes de 3 cm en moyenne, stolons de 2 à 3 cm.
30/4/55	Germes de 5 à 6 cm, très renflés, à stolons de 6 à 7 cm ; peu de racines.	Germes de 4 cm, stolons de 4 à 5 cm, peu d'ébauches de racines.

Les plants produits par la plantation précoce ont germé environ un mois et demi avant ceux de la plantation tardive. En outre une partie de chaque lot a été égermée (E) le 23-2-55.

Dates	PPE	PTE
13/4/55	Germes de 1,5 cm en moyenne.	Germes de 1,5 cm en moyenne.
30/4/55	Germes de 2 à 3 cm ; les stolons pointent ; nombreuses ébauches de racines.	Germes de 2 à 3 cm ; les stolons pointent ; nombreuses ébauches de racines.

A première vue il ne subsiste aucune différence apparente entre les germes des tubercules des deux traitements après l'égermage. Mais le comptage des germes et des stolons effectué le 6/5/55 sur 80 tubercules par lot fait ressortir entre PPE et PTE des différences (tableau I).

TABLEAU I

Nombre moyen de germes et de stolons par tubercule
(Notations du 6/5/1955)

	PP	PT	Valeur de t	Valeur de P
Nombre moyen de germes par tubercule	3,6	3,5	—	—
Nombre moyen de stolons par tubercule	14,2	9,4	5,9	< 0,01
En %	100	66,6	—	—

	PPE	PTE	Valeur de t	Valeur de P
Nombre moyen de germes par tubercule	5,89	4,95	3,75	< 0,01
Nombre moyen de stolons par tubercule	7,2	4,65	3,86	< 0,01
En %	100	64,5	—	—
Nombre moyen de stolons par germe	1,22	0,94	3,04	< 0,01
En %	100	77	—	—

PP et PT ont le même nombre moyen de germes par tubercule. Mais PPE a davantage de germes que PTE, ce qui semble indiquer que la dominance apicale s'est maintenue plus fortement dans ce dernier lot.

Le nombre de stolons de PP est plus élevé que celui de PT, ce qui est normal puisque ses germes sont plus âgés. Mais ce qu'il est fondamental de noter, c'est que cette différence s'est conservée entre PPE et PTE bien que leurs germes aient poussé strictement dans les mêmes conditions de milieu. Cette ramification moins forte des germes de PTE est également l'expression d'une dominance apicale, du bourgeon terminal du germe sur ses bourgeons axillaires, plus forte, que l'égermage n'a pas supprimée.

Des échantillons de ces divers lots ont été mis en atmosphère sèche à l'obscurité (température de 15 à 25°) le 30-4-55, à l'obscurité sur de la mousse humide (température moyenne 15°) le 20-5-55, une troisième partie étant conservée en clayettes à la lumière naturelle (température de 15 à 25°).

Le tableau II indique les comptages de tubercules incubés, c'est-à-dire ceux dont un germe au moins porte une ébauche de tubérisation. Les hachures indiquent la date approximative du point 50 p. 100 d'incubation qui dans les travaux de CLAVER sert de base pour les comparaisons entre les différents lots.

On constate que les tubercules peuvent bien se former directement sur les germes, sans qu'il soit nécessaire de procéder à la plantation en terre.

TABLEAU II

*Incubation d'échantillons d'une même variété
présentant des stades différents de germination*

(Le grisé correspond à la date approximative où 50 p. 100 des tubercules sont incubés.)

a	26/5	28/5	1/6	4/6	7/6	13/6	18/6	25/6	2/7	15/7	Total exa- miné
PP	8	11	14	16	18	24	26	27	32		32
PT	5	8	9	12	15	19	21	23	28	31	31
PPE ..			1	2		8	11	17	30	32	32
PTE ..			1			12		13	18	32	32

a) A l'obscurité et dans une atmosphère très humide. Température ambiante 15°.

b	6/5	14/5	26/5	21/7	5/9	Non tubérisés	Total examiné
PP	1	4		14	23	4	27
PT	2	4	6	8	24	1	25
PPE				2	21	2	23
PTE				2	17	5	22

b) A l'obscurité et dans une atmosphère relativement sèche. Température ambiante 15° à 25°

c	21/7	5/9	Non tubérisés	Total examiné
PP	19	42	9	51
PT	12	41	0	41
PPE	0	29	3	32
PTE	1	37	27	64

c) A la lumière naturelle et dans une atmosphère relativement sèche. Température ambiante 15° à 25°.

Les meilleures conditions artificielles pour la formation des tubercules sont réalisées à l'obscurité, à une température favorable à la croissance (environ 15°) et en présence d'une très forte humidité permettant

l'absorption d'eau par les racines qui se développent fortement dans ces conditions.

La période d'incubation est plus longue à la lumière qu'à l'obscurité, ce qui confirme les conclusions de CLAVER.

Elle est plus courte quand l'état des germes est plus avancé au moment de la mise en examen : PP est incubé plus tôt que PT ; les lots non égermés sont incubés plus tôt que les lots ayant été égermés.

L'égermage retarde la manifestation du phénomène, conclusion déjà donnée par CLAVER et al (3).

Il est très important de souligner que les écarts entre PP et PT ne sont pas supprimés par l'égermage : de même que la formation des stolons est plus rapide chez PPE que chez PTE, PPE est incubé plus tôt que PTE.

2° Action de différents modes de conservation

Cette expérience met en comparaison des germes ayant poussé au printemps dans les mêmes conditions — départ de la germination y compris — sur des tubercules ayant subi des modes de conservation et de traitement différents. Des plants provenant d'une même parcelle de *Bintje* ont été divisés en 4 lots : le premier (NE) mis au frigorifique (2 à 4°) dès la récolte le 20-9-54, les trois autres conservés dans un local non climatisé de 12 à 18° en moyenne (extrêmes 6 à 20°) ; ils subissent un premier égermage (germes de 2 cm en moyenne) le 4-2-55, date à laquelle l'un d'eux (1 E) est mis au frigorifique ; les deux lots restants sont de nouveau égermés et l'un d'eux (2 E) mis au frigorifique le 2-3-55 ; le 4^e lot (3 E) est de nouveau égermé le 21-3-55, date à laquelle les trois autres sont sortis du frigorifique pour être mis en germination à une température de 10 à 15°. Les quatre lots, qui ont subi des nombres différents d'égermages (0, 1, 2 et 3) germent en même temps et dans les mêmes conditions de milieu. Les germes obtenus présentent le 2 mai une longueur identique, mais une morphologie légèrement différente :

NE — germes de 1,5 à 2,5 cm, un seul germe par œil ; stolons nuls ou pointant ; peu de radicelles.

1 E — germes de 1,5 à 3 cm, un à deux germes maximum par œil ; stolons pointant ; nombreuses radicelles.

2 E — germes de 1,5 à 3 cm, plusieurs germes par œil ; stolons de pointant à 0,5 cm ; assez nombreuses radicelles.

3 E — germes de 1,5 à 3 cm, plusieurs germes par œil ; stolons de pointant à 2 cm, nombreuses radicelles.

Le tableau III donne les résultats des comptages de tubercules incubés de ces différents lots dans les mêmes conditions que pour l'expérience précédente.

TABLEAU III

Incubation d'échantillons d'une même variété
ayant subi différents modes de conservation

(Le grisé correspond à la date approximative où 50 p. 100 des tubercules
sont incubés.)

a	4/6	7/6	13/6	18/6	25/6	2/7	15/7	Total examiné
NE.....					1	12	32	32
1E		1		4	9	31		31
2E				2	16	30	34	34
3E	2	8	13	20	28	31		31

a) A l'obscurité et dans une atmosphère très humide. Température ambiante 15°.

b	21/7	5/9	Non tubérisés	Total examiné
NE.....	0	50	26	76
1E.....	3	35	42	77
2E.....	3	29	41	70
3E.....	58	64	13	77

b) A l'obscurité et dans une atmosphère relativement sèche. Température ambiante 15° à 25°.

c	21/7	5/9	Non tubérisés	Total examiné
NE.....	0	9	139	148
1E.....	0	16	157	173
2E.....	0	6	165	171
3E.....	17	54	127	181

c) A la lumière naturelle et dans une atmosphère relativement sèche. Température ambiante 15° à 25°.

L'incubation est plus rapide chez 3 E que chez 2 E et 1 E, et surtout N E. Les conditions de conservation (température) jusqu'au moment du dernier égermage diffèrent seules entre ces lots. L'action des facteurs du

milieu inducteurs de l'incubation pourrait donc être transmise par le tubercule : transformations chimiques dans le tubercule lui-même ou dans les bourgeons dormants (au sens strict « inhibés ») des yeux qui après chaque égermage donnent naissance aux germes ultérieurs, qui seraient donc dans une certaine mesure préincubés dès leur formation.

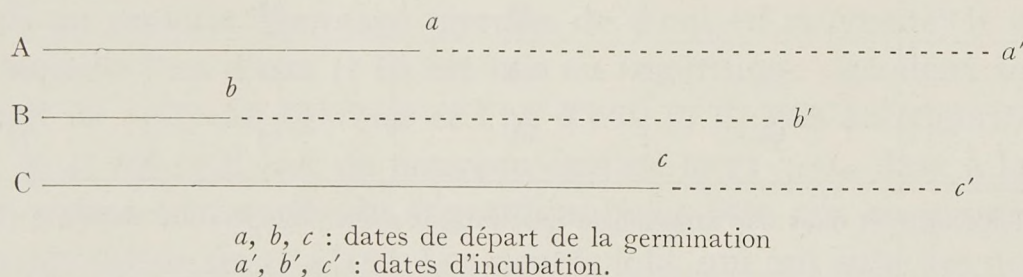
3° Action du facteur variétal

D'après ce qui précède on voit que pour comparer les périodes d'incubation chez plusieurs variétés, il est nécessaire de leur avoir fait subir les mêmes traitements depuis la plantation jusqu'à la mise en incubation à l'obscurité : même date de plantation, même terrain, même date d'arrachage, même conservation.

L'échelonnement des départs de germination des tubercules d'un même lot doit se traduire évidemment par une incubation échelonnée. De façon à obtenir une détermination plus précise de la période d'incubation en réduisant l'écart entre la première initiation et la dernière il semble nécessaire de choisir des tubercules ayant sensiblement commencé à germer en même temps, en prenant par exemple le moment des germinations maxima pour chaque variété.

SCHÉMA I.

Comparaison des périodes d'incubation de trois variétés théoriques A. B. C.



Comme le départ de la germination est conditionné pour chaque variété par la longueur du repos végétatif qui est une caractéristique variétale, on doit distinguer la comparaison « pratique » des périodes d'incubation, donnant les dates a', b', c' dans le schéma I et la comparaison des « périodes d'incubation intrinsèques » de chaque variété qui est la comparaison des durées $aa', bb',$ et cc' . Cette dernière exige des conditions de milieu rigoureusement constantes, tandis que pour la première il suffit d'exposer les trois variétés aux mêmes conditions de milieu, non nécessairement constantes du début jusqu'à la fin, par exemple dans les conditions d'un même germe de la récolte à l'automne jusqu'au printemps suivant.

Ces faits nous amènent à distinguer deux groupes de variétés. A l'intérieur de chaque groupe, les traitements ayant été identiques depuis la

plantation jusqu'à la mise en incubation, il est possible de faire une comparaison « pratique » des stades d'incubation.

Les tableaux IV et V donnent les résultats des comptages de tubercules incubés dans chacun de ces groupes.

Les conclusions concernant le classement des variétés ne peuvent évidemment être considérées comme définitives, vu l'absence de contrôle de la germination, mais il est visible qu'il existe des différences variétales certaines.

TABLEAU IV

Incubation d'échantillons de plusieurs variétés

(Le grisé correspond à la date approximative où 50 p. 100 des tubercules sont incubés.)

a	25/5	26/5	28/5	1/6	4/6	7/6	13/6	18/6	25/6	2/7	15/7	Total examiné
Bintje				1	2	4	5	11	18	30	32	32
Arran Banner					1	2		6	12	16		16
Eerstelingen	3		4	6	13	17	24	25	30	32		32
Ideaal					1		2	5	9	14	16	16
Saskia	4	6		9	13	14		15				15
Urgenta	2			5	12	27	32					32

a) A l'obscurité et dans une atmosphère très humide. Température ambiante 15°.

b	14/5	18/5	26/5	21/7	5/9	Non tubérisés	Total examiné
Bintje				14	22	6	28
Arran Banner				40	15	0	55
Eerstelingen	1	1	1	28	28	0	28
Ideaal.....				13	26	3	29
Saskia	1	3	11	28			28
Urgenta				14	23	3	26

b) A l'obscurité et dans une atmosphère relativement sèche. Température ambiante 15° à 25°.

(TABLEAU IV suite)

c	21/7	5/9	Non tubérisés	Total examiné
Bintje	18	27	11	38
Arran Banner	0	1	46	47
Eerstelingen	20	24	0	24
Ideaal	1	7	16	23
Saskia	17	19	0	19
Urgenta	9	17	12	29

c) A la lumière naturelle et dans une atmosphère relativement sèche. Température ambiante 15° à 25°.

Saskia, Urgenta et Eerstelingen sont incubées plus tôt que Bintje, Arran Banner et Ideaal.

TABLEAU V

Incubation d'échantillons de plusieurs variétés

(Le grisé correspond à la date approximative où 50 p. 100 des tubercules sont incubés.)

a	13/6	18/6	25/6	2/7	15/7	28/7	3/8	Total examiné
Flava		4	8	15	32			32
Kerpondy.....	17	25	32					32
Ackersegen.....		1	3	6	22	29	30	32

a) A l'obscurité et dans une atmosphère très humide. Température ambiante 15°.

b	21/7	5/9	Non tubérisés	Total examiné
Flava	1	4	17	21
Kerpondy	23	24	1	25
Ackersegen	0	0	24	24

b) A l'obscurité et dans une atmosphère relativement sèche. Température ambiante 15° à 25°.

TABLEAU V (*suite*)

<i>c</i>	21/7	5/9	Non tubérisés	Total examiné
Flava	1	1	55	56
Kerpondy	1	10	55	65
Ackersegen	0	0	123	123

c) A la lumière naturelle et dans une atmosphère relativement sèche. Température ambiante 15° à 25°.

Dans le second groupe, *Kerpondy* a une incubation rapide, au contraire de *Flava*, et surtout d'*Ackersegen*, ce qui est comparable à ce que l'on sait sur la tubérisation de ces variétés.

Comme nous l'avons démontré (5) au sujet de la précocité de tubérisation, les données précédentes indiquent qu'il n'y a pas de corrélation entre la rapidité d'incubation et la précocité des variétés.

B. — Discussion

Le tubercule de pomme de terre est une tige modifiée dont les yeux, selon ARTSCHWAGER (1) présentent toutes les caractéristiques des bourgeons dormants. Le germe de pomme de terre, auquel donne naissance le bourgeon de l'œil lorsque sa dormance est rompue est en réalité un rameau, rudimentaire dans ses premiers stades (entrenœuds très contractés, bourgeon terminal exerçant une forte inhibition sur les bourgeons secondaires). Lorsqu'il atteint quelques centimètres par multiplication et allongement des entrenœuds, des ébauches de stolons, ou rameaux axillaires, et de racines naissent des bourgeons latéraux situés à l'aisselle des feuilles atrophiées qui sont les écailles du germe. En général, dans la pratique courante, c'est à ce stade (de 1 à 5 cm de longueur) de la « germination » que le tubercule est mis en terre. La germination à la lumière inhibe d'ailleurs une plus forte élongation des entrenœuds, qui est considérée comme gênante et même néfaste au moment de la plantation. Si, au cours de la conservation hivernale, on n'a pu l'empêcher, on doit recourir à des égermages qui obligent de nouveaux germes à se former à partir des bourgeons latéraux des yeux. (Dans le cas d'un premier égermage supprimant le germe de l'œil apical qui exerce son inhibition sur les yeux latéraux, c'est d'ailleurs le bourgeon principal des yeux latéraux qui germe ensuite.)

Dans tous les cas l'opération a pour but d'obtenir au printemps des germes suffisamment courts pour que la plantation n'en souffre pas. Il

en résulte que le germe, toujours utilisé à un stade court et relativement jeune, n'a en général jusqu'à présent été considéré que comme un embryon de tige, voire comme un simple bourgeon plus ou moins développé, qui a besoin, pour poursuivre son développement, d'être planté en terre.

Ce que nous avons observé sur l'incubation montre que le germe, qui est au sens strict un rameau, peut, tout en ne dépendant que du tubercule-mère, passer par tous les stades de l'évolution des tiges normales, pourvu qu'on lui en donne la possibilité soit en le conservant assez longtemps après l'époque normale de plantation, soit en lui fournissant assez tôt des conditions physiques favorables à la croissance : humidité et température notamment. Ainsi ses entrenœuds, si leur croissance n'est pas trop inhibée par une lumière intense, s'allongent, les écailles se transforment en feuilles réduites, les bourgeons axillaires donnent des stolons qui finissent par former de petits tubercules ; ceux-ci grossissent ⁽¹⁾ puis la tige se dessèche et meurt comme dans le cycle normal au champ.

Ce schéma est encore complété par la formation de boutons floraux et d'inflorescences parfaitement normales, avec des fleurs qui ne diffèrent que par leur taille plus ou moins réduite de celles des plantes en terre. Nous avons observé depuis plusieurs années cette floraison des germes sur plusieurs espèces sauvages et des hybrides de *S. demissum* × *S. tuberosum* dont nous gardions au germoir des tubercules d'une récolte à l'autre, sans lui accorder d'autre importance que celle d'une simple curiosité. Cette observation n'a jusqu'à présent été faite que dans des cas de conservation à la lumière naturelle. Ces variétés et espèces sauvages ont normalement sous nos climats une tubérisation extrêmement tardive, qui n'intervient pleinement qu'après l'équinoxe d'automne (réaction de jour court), alors que leur floraison se produit bien plus tôt au cours de l'été. Ceci explique que leurs germes fleurissent bien avant de tubériser.

Cette floraison ne présente rien d'exceptionnel, comme nous avons pu le vérifier en 1955 sur les variétés maintenues en incubation à la lumière, où quelques individus de *Bintje*, *Eerstelingen* et *Saskia* ont produit des boutons floraux sur germes, sensiblement en même temps que se produisait l'incubation.

Nous devons donc considérer que le germe de pomme de terre, bien que vivant uniquement aux dépens des réserves du tubercule-mère peut se développer tout comme une plante normale, en assurant sa reproduction sexuée (floraison) et asexuée (formation de tubercules-fils). La rapidité de ce développement est étroitement liée aux facteurs physiques du milieu : la chaleur et l'humidité activent la croissance ; l'obscurité favorise — quoiqu'elle ne soit pas indispensable — la formation des tuber-

(1) Nous avons obtenu, à l'obscurité, sur mousse humide, des tubercules-fils atteignant 25 à 40 grammes.

cules ; la lumière paraît favoriser, comme il est normal, la floraison, elle inhibe l'élongation et retarde la formation des tubercules.

C'est dire que ces facteurs agissent sur le germe exactement comme ils agissent sur une plante normale racinée. Seul le mode de nutrition diffère. Nous avons pu vérifier que, à température et à humidité égales, l'incubation sur germes est beaucoup plus lente que la tubérisation sur plantes, ce qui prouve l'importance de la nutrition. Celle-ci est encore confirmée par le fait que des plantes dans un terreau riche tubérisent beaucoup plus tôt que des plantes maintenues dans de la mousse humide et vivant pratiquement, sauf pour l'eau et les produits de photosynthèse, à partir des réserves du tubercule.

III. — IMPORTANCE DU DEGRÉ D'ÉVOLUTION DES GERMES VERS L'INCUBATION AU MOMENT DE LA PLANTATION

A. — Données expérimentales

Il est très intéressant de connaître l'action du degré d'incubation d'un germe sur le devenir de la plante à laquelle il donne naissance après la plantation.

Bien que ne disposant malheureusement que de très peu de matériel permettant des comparaisons sur ce point, nous avons néanmoins pu réaliser l'expérience suivante :

Un lot de *Bintje* s'était trouvé partagé, en novembre 1954, en deux moitiés : l'une maintenue en conservation normale au germoir, l'autre transportée dans une cave disposant d'un bon éclairage naturel comparable à celui du germoir.

De novembre à mars, la température moyenne du germoir se situe entre 5 et 8°, celle de la cave n'étant jamais inférieure à 13°. La germination démarrait au moment de la séparation des deux lots, en novembre 1954.

Dans ce qui suit le lot mis en cave sera désigné par lot I, le lot demeuré au germoir par lot II.

Le 20 avril 1955 le lot I présente des germes de 5 à 7 cm de long, renflés à la base, à bourgeon très ouvert, avec petites feuilles naissantes, et des stolons (2 à 3 par germe) de 10 cm de long en moyenne (de 5 à 25 cm).

Ceux du lot II ont 4 à 5 cm de long et des stolons de 2 à 3 cm, soit donc un aspect normal.

Aucun égermage n'ayant été effectué, seul le germe apical est développé dans les deux lots.

A cette date les germes du lot I sont très près du point d'incubation : mis à l'obscurité le 20-4-55, on y note 5 incubations le 27-4 et 40 le 3-5,

sur 60 tubercules. Par contre ceux du lot II en sont encore éloignés : mis à l'obscurité le 2-5, on y note une incubation le 16-5, et 2 seulement sur 60 tubercules le 2-7.

Quarante-quatre tubercules de chaque lot sont plantés côte à côte au champ le 5 mai. Le tableau suivant résume les observations faites sur les deux séries au cours de la végétation.

Dates	Lot I	Lot II
17/5	Levée assez régulière : 2 à 3 cm. Un sondage sur 2 plantes montre qu'elles ont déjà tubérisé (tubercules de 1 cm à 1,5 cm).	Levée régulière : 2 à 3 cm. Un sondage sur 2 plantes n'indique aucun début de tubérisation.
27/5	Quelques manquants ; les plantes levées ont de 3 à 5 cm et un « aspect âgé » (limbe coriace, mince et très divisé).	Levée totale ; les plantes ont de 5 à 10 cm et un « aspect jeune » (feuilles peu divisées et tendres).
3/6	Hauteur moyenne 10 cm (soit de 5 à 15 cm) ; aspect chétif et « âgé ».	Hauteur 10 à 20 cm ; aspect vigoureux, normal.
22/6	Hauteur 15 à 40 cm ; aspect plus « âgé » et plus chétif que la parcelle voisine.	Hauteur 50 cm en moyenne ; aspect normal.

Le lot I a eu une levée moins bonne, les plantes conservant au long de la végétation, un aspect chétif et souffreteux, tandis que le lot II a eu un comportement normal. Quatre bouleurs (formation de tubercules sans émission de tiges aériennes) ont d'ailleurs été notés dans le lot I ; aucun dans le lot II.

En raison de la sécheresse et de la chaleur fortes en juillet-août, on n'a pu noter de différences sensibles dans l'époque de maturité qui a été anormale.

Le sondage du 17 mai montre que la tubérisation du lot I a été presque immédiate dès la mise en terre, et était déjà intervenue au moment de la levée : 12 jours après la plantation des plantes n'ayant que 2 à 3 cm de haut portaient des tubercules de 1 cm à 1,5 cm dans leur plus grande dimension — à ce sujet la présence de bouleurs est également significative. La tubérisation du lot II n'a eu lieu que considérablement plus tard.

La moitié de chaque lot a été arrachée le 3-6, soit deux semaines après la levée, l'autre moitié étant conservée jusqu'à maturité complète. Le 3-6 les 20 plantes du lot I ont des ébauches et des tubercules ; dans le lot II 9 plantes seulement sur 20 ont soit des ébauches, soit des tubercules, en nombre beaucoup plus faible comme l'indique le tableau ci-dessous :

	Nombre d'ébauches par plante	Nombre de tubercules par plante	Total par plante
lot I	5,2	4,4	9,6
lot II	0,2	0,8	1,0

La tubérisation dans le lot I est nettement en avance sur celle du lot II, où elle paraît normale, c'est-à-dire commençant à se produire un mois après la plantation.

Les mesures sur les plantes conservées jusqu'à maturité complète sont rassemblées dans le tableau VI.

TABLEAU VI
Action du degré d'incubation des germes sur la plante

	I	II	Valeur de t	Degrés de liberté	Valeur de P
Nombre moyen de tiges ...	1,24	2,25	4,2	39	< 0,01
Hauteur moyenne le 6/7 ...	48 cm	55,1 cm	3,03	38	< 0,01
Nombre moyen de tubercules par plante	8,8	13	3,64	35	< 0,01
Rendement moyen par pied	743 g	1 075 g	4,05	35	< 0,01
Rendement exprimé en % .	64	100	—	—	—
Poids moyen d'un tubercule	84	82,7	—	—	—

Le nombre de tiges du lot I est significativement inférieur à celui du lot II où des stolons ont donné des tiges axillaires feuillées, d'où un aspect très différent des deux séries : l'une normalement touffue, l'autre presque uniquement constituée de plantes monotiges. La hauteur des plantes du lot I est de même significativement inférieure à celle du lot II.

Parallèlement le lot I est significativement inférieur au lot II pour le nombre moyen de tubercules et le rendement par plante. Seul le poids moyen d'un tubercule est identique dans les deux lots.

Cet essai montre que quand, sous l'effet d'une conservation à température relativement élevée, des germes ont atteint ou presque atteint le stade d'incubation, ils donnent naissance à des plantes dont la levée est moins régulière, le développement foliaire (hauteur et nombre de tiges) plus faible, la tubérisation beaucoup plus précoce, mais dont le rendement final — dans les conditions de cet essai — en poids et en nombre de tubercules est nettement plus faible que chez les plantes issues de tubercules ayant subi une conservation normale à une température relativement basse, et dont, de ce fait, les germes se trouvent éloignés du point d'incubation au moment de la plantation.

B. — Discussion

L'expérience qui vient d'être décrite donne une idée de l'importance du degré d'incubation des germes au moment de la plantation sur le comportement des plantes qui en sont issues.

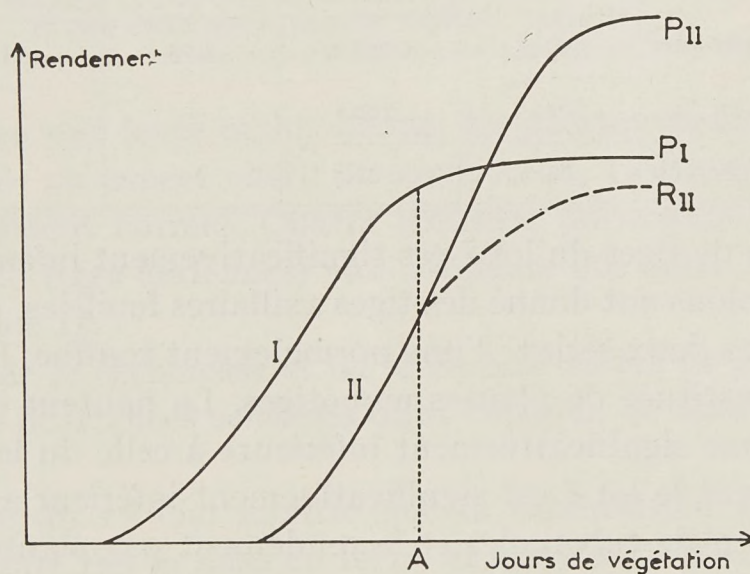
Il paraît évident que plus le germe a atteint un degré d'évolution avancé sur le tubercule, moins il conserve de potentialité de croissance foliaire après sa mise en terre, ce qui se traduit par une plus grande chétivité et un aspect plus âgé des plantes.

Corrélativement sa productivité — ou capacité de production sous des conditions optima — doit s'en trouver diminuée. Par contre sa précocité de tubérisation s'en trouve d'autant plus avancée.

Comme nous l'avons écrit dans une précédente publication (5) la réponse de deux variétés à précocité de tubérisation différente aux conditions d'un même milieu n'est pas la même suivant l'incidence des

SCHÉMA 2

Courbes théoriques de tubérisation de deux lots d'une même variété : I à incubation avancée au moment de la plantation. II à faible incubation.



facteurs favorables ou défavorables au cours de leur cycle de développement : une période froide ou sèche, au début de la végétation peut affecter davantage le rendement d'une variété à tubérisation précoce, une sécheresse ou une attaque de mildiou intervenant tard réduisant au contraire davantage le rendement d'une variété à tubérisation tardive.

D'après le schéma 2, on comprend que la réponse de deux lots d'une même variété, I à incubation très avancée et II à incubation faible au moment de la plantation, sera également différente suivant les conditions de milieu.

II, dont la productivité (P_{II}) est supposée supérieure à celle de I (P_I) peut voir son rendement très affecté par des conditions adverses survenant en fin de végétation, après le point A par exemple, et éventuellement rendu inférieur (R_{II}) à celui de I. Le contraire se passe si les facteurs défavorables jouent au début de la végétation.

Il en résulte que, suivant les conditions de milieu, on peut avoir intérêt dans certains cas à planter des tubercules à germes fortement

incubés, par exemple dans certaines zones de production de primeurs bénéficiant tôt de bonnes conditions de croissance.

Il est également évident que plus une variété est normalement à tubérisation tardive, plus le gain de précocité par l'incubation préalable sera grand.

La pratique universellement répandue de la plantation de plants germés, dont les avantages et les inconvénients ont été remarquablement soulignés par WHITEHEAD et al (12) notamment, est une illustration de cette théorie : elle permet de gagner du temps à la levée, de hâter la végétation et de profiter au maximum des conditions les plus souvent favorables au moment de la plantation. Par contre tout le bénéfice escompté de la germination peut être perdu si ces conditions deviennent par exception défavorables : froid ou sécheresse arrêtant ou ralentissant la croissance entre la levée et le début de la tubérisation.

Les résultats souvent contradictoires donnés par les plants conservés en frigorifique (+ 2 ou 3°) peuvent s'expliquer de la même façon, cette conservation prolonge la dormance jusqu'à la mise en germination quelques semaines avant la plantation et permet de planter des tubercules à germes jeunes, peu incubés, moins incubés à coup sûr que ceux de tubercules conservés normalement en germe à une température plus élevée. La supériorité des uns ou des autres sera essentiellement fonction des conditions de milieu au cours de la végétation. De toute façon cette pratique ne peut être intéressante que pour la production de récoltes arrachées après la maturité, puisqu'à une moindre incubation des germes correspond une moindre précocité de tubérisation, et que celle-ci est au contraire à rechercher pour les variétés de primeurs.

L'action des hautes températures sur les germes a de son côté donné lieu à quelques travaux, notamment ceux de TIZIO et al. (7, 8 et 9) qui étudient les facteurs de la dégénérescence de la pomme de terre en Argentine. Ils ont constaté que l'action de hautes températures (entre 20 et 30°) sur des tubercules germés réduit fortement le rendement de la variété *Katahdin*, alors qu'elle accroît sensiblement le rendement de *Huinkul*. De même dans un essai réalisé en 1955 à notre laboratoire, TIZIO (non publié), par l'action de températures élevées sur les germes, a réduit le rendement de *Bintje*. Selon eux, les chutes de rendement constatées en Argentine dans les cultures successives de la variété *Katahdin* seraient l'expression d'une dégénérescence due aux températures élevées des régions de culture. Sans vouloir entrer dans une polémique sur ce que SIVORI (6), TIZIO et al. appellent « dégénérescence écologique », nous pensons que les hautes températures, en activant fortement l'incubation, peuvent par ce seul fait expliquer, au moins en grande partie, les modifications de rendement observées : *Katahdin*, variété demi-précoce à tubérisation relativement précoce, comme également *Bintje*, voit de la

sorte son rendement affecté de façon inverse à celui de *Huinkul*, variété argentine très tardive et à très longue période d'incubation. Sous d'autres conditions de culture, il eût été possible, comme nous l'avons indiqué, d'observer des modifications inverses ou nulles.

Il se pose évidemment un problème : jusqu'à quel degré d'incubation peut-on pousser les germes sans craindre de trop affecter leur productivité ? Dans l'état actuel des données il est difficile d'y répondre avec précision.

Il semble que le boulage, ou formation de tubercules sur les germes après la plantation, sans production d'organes aériens, représente un maximum d'effet de l'incubation sur la précocité de tubérisation et sur la réduction du développement foliaire. Selon WELLENSIEK (10, 11), qui a établi que la tendance au boulage était provoquée par une conservation à température relativement élevée accompagnée de nombreux égermages, cette « tendance » une fois développée se traduirait par le boulage quand les tubercules sont plantés dans des conditions défavorables : terrains secs ou froids. Il n'entre pas dans notre dessein de discuter ici les explications possibles des causes du boulage qui doivent faire l'objet d'une publication ultérieure. Il est cependant possible d'affirmer que le boulage est dû à une incubation trop poussée suivie de conditions défavorables à la croissance après la plantation.

Mais un fort degré d'incubation ne suffit, pas, comme nous l'avons vérifié en plantant en serre chaude et humide, dans un terreau riche, des germes totalement incubés porteurs de petits tubercules, en laissant émerger le sommet des germes. Ceux-ci ont donné des plantes feuillées et leurs tubercules ont continué à grossir. Il apparaît dès à présent que l'effet néfaste de l'incubation sur la croissance est balancé par de très bonnes conditions de croissance. Il est donc évident que ce sont celles-ci qui conditionneront le degré d'incubation auquel on pourra atteindre sans nuire de façon exagérée au développement des plantes et, par voie de conséquence, à leur rendement. Pour préciser les données pratiques du problème, des recherches approfondies sont souhaitables sur le développement des plantes sous l'action simultanée du degré d'incubation des germes d'une part, et des conditions extérieures de croissance d'autre part.

Comme nous l'avons laissé entrevoir dans le chapitre II, l'incubation agit indirectement l'action de nombreux facteurs, outre l'action directe du milieu physique après le départ de la germination. Tout ce qui conditionne le départ de la germination agit par contrecoup sur l'incubation.

Selon EMILSSON (4) le repos végétatif est la période suivant la récolte pendant laquelle le tubercule ne peut germer, même dans des conditions optima (environ 20°, à état hygrométrique supérieur à 90 p. 100) ; la dormance est le temps pendant lequel le tubercule peut être conservé sans

germer à une température inférieure à l'optimum : dans les conditions optima, la dormance est égale au repos végétatif, par définition. Les principales conclusions d'EMILSSON sont les suivantes :

- le repos végétatif est une constante variétale ;
- il n'y a pas de corrélation entre la précocité et le repos végétatif chez les diverses variétés ;

- plus on récolte tôt et plus le repos végétatif se termine tôt, en général ; par contre si on détruit les fanes à des dates échelonnées, en arrachant tous les tubercules à une même date, leur repos végétatif se termine sensiblement en même temps. Ce sont sans doute les conditions de milieu différentes entre les lots demeurés dans le sol et ceux ayant été arrachés qui hâtent la germination de ces derniers ;

- le repos végétatif est en effet influencé par les facteurs externes pendant la conservation : il est plus long, de façon variable suivant les variétés, à 5° qu'à 0° et qu'à 20°. A 20°, il est plus long à 60 p. 100 qu'à 100 p. 100 d'humidité ;

- les gros tubercules ont un repos végétatif plus court que les moyens et que les petits.

Nous avons nous-mêmes montré ci-dessus qu'en avançant la date de plantation, on avance la date de germination, ce qui est logique puisque le repos végétatif est une constante variétale dans des conditions données et que la plantation avancée se traduit normalement par une tubérisation et une maturité plus précoces.

Toute opération qui favorisera le départ de la germination : plantation précoce, arrachages précoces plaçant les tubercules dans des conditions plus favorables que celles du sol à l'achèvement de la dormance, conservation en locaux à température et à humidité trop élevées etc... favorisera du même coup, toutes conditions égales par ailleurs, l'évolution des germes vers l'incubation que des égermages répétés ne parviendront pas à supprimer complètement.

Ceci confirme l'importance, dans des essais variétaux de rendement, de ne mettre en comparaison que des tubercules issus de plantes ayant strictement subi les mêmes traitements depuis la plantation y comprise. Les différences de comportement fréquemment constatées chez des plants d'origine différente qui avaient déjà conduit à cette nécessité, peuvent à notre avis être expliquées, en grande partie, par les causes exposées ci-dessus.

IV. — RÉSUMÉ

Le germe de pomme de terre peut poursuivre toute son évolution, y compris la floraison et la tubérisation, en ne dépendant que des réserves du tubercule-mère.

L'incubation est le stade de tubérisation des germes. La durée de la période d'incubation est un caractère variétal influencé par les conditions de milieu : elle est abrégée par une température élevée, une forte humidité et l'obscurité. Les germes fortement incubés donnent après la plantation des plantes dont le développement foliaire est moindre et la précocité de tubérisation nettement avancée. Le rendement peut être différemment affecté par ces modifications en fonction des conditions de culture.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) ARTSCHWAGER (E.). 1924. — Studies on the potato tuber. *Journ. of Agr. Res.*, XXVII, 11, p. 809-835.
- (2) CLAVER (F. K.). 1953. — Factores que influyen en la incubacion de la papa. *Turrialba*, vol. 3, NS 1-2 ; p. 32-34.
- (3) CLAVER (F. K.), TIZIO (R. M.), SIVORI (E. M.), MONTALDI (E. R.). — 1954. Influencia de los meristemas y desbrotes en el periodo de incubacion de tuberculos de papa. *Rev. Fac. Agr.*, XXX, 2a, p. 215-219.
- (4) EMILSSON (B.). 1949. — Studies on the rest period and dormant period in the potato tuber. *Act. Agr. Suec.*, III, 3, p. 189-284.
- (5) MADEC (P.) et PERENNEC (P.). 1954. — Contribution à l'étude de la tubérisation chez la pomme de terre. *Ann. Am. des Pl.* 4^e année, n° 4, p. 449-467.
- (6) SIVORI (E. M.). 1951. — La degeneracion de la papa. *Ciencia Inves*, VIII, 7, p. 289-302.
- (7) TIZIO (R. M.). 1951. — Efecto de las altas temperaturas como factor de degeneracion de la papa. *Phyton* (2) ; p. 69-89.
- (8) TIZIO (R. M.), MONTALDI (E. R.). 1953. — Influencia de las temperaturas de almacenaje sobre la capacidad productiva de la variedad de papa « Huinkul ». *Rev. Fac. Agr.*, XXIX, 2a, p. 133-148.
- (9) TIZIO (R. M.), MONTALDI (E. R.), Y GARAY (O. A.). 1954. — Vérification de la degeneracion de la papa por efecto de las altas temperaturas. *Rev. Invest. Agr.*, VIII, 3 ; p. 255-261.
- (10) WELLENSIEK (S. J.). 1924. — Het bewaren van pootaardappelen in verband met onderzeeër-vorming. *Voordrachten Aardap. Centr. Comité* 2-3 Juli 1924 ; p. 106-119.
- (11) WELLENSIEK (S. J.). 1924. — En onderzoek naar de factoren die ontijdige knolvorming bij vroege aadappels bepalen. *Wageningen*, 1924, 58 p.
- (12) WHITEHEAD (T.), MC INTOSH (T. P.) and FINDLAY (W. M.). — The potato in health and disease. Oliver and Boyd. Edinburgh ; 1945.

ÉTUDE DES FACTEURS CONDITIONNANT LA QUALITÉ DES ORGES DE BRASSERIE

PAR

H. PLUMET

Station d'Amélioration des Plantes
Centre de Recherches agronomiques du Massif Central, Clermont-Ferrand

PLAN DU MÉMOIRE

Introduction.

Matériel et méthodes.

Importance de la fluctuation des éléments : « extrait », « protéine », « glumelle ».

Résultats expérimentaux concernant l'année 1947.

Résultats expérimentaux concernant la période 1944-45 et 1947.

Influence de la variété, du milieu et de l'année sur les variations de la qualité.

Interactions entre facteurs.

Etude des relations entre les éléments « extrait », « protéine », « glumelle ».

Représentation graphique.

Analyse statistique.

Analyse des principaux facteurs de variations des éléments de la qualité.

Variations dues au climat.

Action de la fumure.

Action de la variété.

Notion de cru d'orge.

Conclusion.

Références bibliographiques.

INTRODUCTION

La valeur de l'orge, en tant que matière première transformée par la brasserie, doit être envisagée sous le double aspect économique et technologique. Le grain, par sa structure physique, sa composition chimique et son état physiologique doit permettre un rendement élevé en matière transformable. La richesse maximum en matière transformable en alcool est obtenue à partir d'orges à haute teneur d'« extrait », et par conséquent

à faible pourcentage de « protéine » et de « glumelle », ces trois éléments de la composition du grain étant interdépendants. Le problème théoriquement simple de la relation quantitative entre les différents éléments se complique du fait de leur faible amplitude de variation, limitée assez étroitement par la stabilité de la composition du grain. D'autre part, des considérations techniques touchant la qualité du produit fini et le déroulement normal des opérations industrielles interviennent et militent en faveur d'une composition moyenne. Les teneurs excessives en protéine et en glumelle peuvent être corrigées dans une certaine mesure par les procédés techniques, mais ces corrections entraînent parfois des complications importantes. De plus, une teneur minimum en protéine et en glumelle est nécessaire pour obtenir certaines qualités des bières, recherchées du consommateur français. En définitive, pour atteindre l'objectif économique du rendement élevé en extrait en tenant compte de la complexité des problèmes techniques, il convient de s'arrêter à une composition optimum se rapprochant des proportions idéales proposées par VERMEYLEN (12).

Extrait = 82 p. 100
Glumelle = 8 p. 100
Protéine = 10 p. 100

Déchet = 0
Faculté germinative = 100
Energie germinative = 95

Les fluctuations observées autour d'une composition moyenne du grain d'orge ont deux origines possibles : la variété et l'environnement. C'est ainsi que les industries de transformation donnent leur préférence à un type de variété bien déterminé et que depuis fort longtemps elles recherchent la production de certaines régions, de certains « crus » jouissant d'une grande réputation de qualité. Il est important de savoir dans quelles mesures l'utilisation de la variété ou la modification des conditions du milieu peuvent apporter une amélioration de la qualité.

L'étude des facteurs de la qualité des orges entreprise dans le présent travail, porte principalement sur la répartition *quantitative* des éléments « extrait », « protéine » et « glumelle » en fonction de la variété et du milieu. L'aspect qualitatif de la composition du grain n'est pas abordé ici. La composition des protéines et des hydrates de carbone de l'orge, l'importance relative de leurs différentes fractions, la composition chimique des enveloppes soulèvent un grand nombre de problèmes complexes mais de caractère nettement plus industriel qu'agronomique. Ces problèmes ont suscité de nombreux travaux et une littérature très abondante ; URION (27) pour les protéines, RAUX (21) pour les enveloppes ont fait des mises au point résumant l'essentiel de ces problèmes qui ont été étudiés notamment par OSBORNE (18), BISHOP (3), FINK et KUNISCH (10-11), HOFMAN-BANG (14), HOPKINS (15), ENDERS, SAJI et SCHNEEBAUER (9), SCHULZ et KUNISCH (26).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Trois points principaux sont envisagés :

1^o Importance de la fluctuation des éléments « extrait », « protéine », « glumelle » en fonction de la variété et des conditions extérieures.

2^o Mise en évidence de liaisons caractéristiques entre les éléments de la qualité et signification de ces liaisons.

3^o Analyse des principales modalités d'action des conditions du milieu et des facteurs héréditaires sur la variation des éléments de la qualité.

L'étude des éléments de la qualité est étayée par les résultats expérimentaux obtenus au cours des dix dernières années dans le Massif Central. L'importance de la fluctuation des facteurs « extrait », « protéine », « glumelle » est déterminée :

1^o à partir des résultats expérimentaux concernant l'année 1947 où 9 variétés sont représentées dans 8 milieux différents ;

2^o à partir des résultats expérimentaux concernant la période 1944-1947 où 7 variétés sont représentées dans trois milieux différents.

Milieux.

Les milieux où ont été réalisés les essais sont : Clermont-Ferrand, en terre riche de Limagne (altitude 330 mètres) ; Solignat, en terre riche de coteaux (altitude 550 mètres) ; Chanat, en sol volcanique de la chaîne des Dômes (altitude 900 mètres) ; le Ronzet, Croustet, L'Herm de Cayres, St-Jean-de-Nay, milieux représentant des aspects peu différents du plateau basaltique du Puy-en-Velay (altitude de 800 à 1 100 mètres) et Trémoul, en sol légèrement sablonneux des plateaux bordant la haute vallée de l'Allier (altitude 900 mètres). La diversité de ces milieux tant au point de vue du sol, de l'altitude et du climat facilite l'étude du rôle des conditions naturelles. De plus, l'ensemble des milieux du plateau du Velay, fournit un exemple intéressant de cru d'orge.

Variétés.

L'expérimentation est limitée aux variétés de printemps à deux rangs. Les problèmes locaux posés par l'existence du cru d'orge de Haute-Loire ont déterminé la création et l'exploitation de variétés aux caractères agronomiques, physiques et technologiques particuliers. La comparaison de ces variétés d'origine locale dans les différents milieux avec les principales variétés brassicoles cultivées en France donne des indications intéressantes. Cinq variétés à grain allongé issues par sélection de la Population de la Haute-Loire : *Gloire du Velay*, *Vellavia*, *Forézia*, *Meygalia*, *Trésor du Velay* sont confrontées à 4 variétés à grain rond étrangères à

la région : *Kénia*, *Maya*, *Aurore*, *René Guillemart*. A partir de l'année 1950, les variétés *Ponote* et *Etoile du Velay* entrent dans le réseau expérimental. Ces variétés ont été obtenues par hybridation entre les variétés *Kénia* et *Trésor du Velay*.

Méthodes.

Les champs d'essais sont semés, suivis et récoltés par la Station d'Amélioration des Plantes de Clermont-Ferrand. Ils sont établis en grandes parcelles suivant la méthode des couples avec répartition des variétés au hasard. Cette disposition permet, sur le plan régional ou pour une période de plusieurs années, l'exploitation des résultats par la méthode FISHER. Les analyses physiques et chimiques sont assurées par les laboratoires du Centre. Toutefois, pour la période antérieure à 1950, les teneurs en extrait ont été déterminées par le laboratoire de l'Ecole de Brasserie de Nancy. A partir de 1951, les analyses de l'azote et de l'extrait ont été exécutées par la Station d'Agronomie du Centre de Clermont-Ferrand. L'azote est dosé par la méthode de KJELDAHL. Le pourcentage d'extrait est obtenu par addition d'infusion diastasique de malt et par brassage (méthode de Nancy). La teneur en glumelle est déterminée par la méthode de LUFF (19).

IMPORTANCE DE LA FLUCTUATION DES ÉLÉMENTS : EXTRAIT, PROTÉINE, GLUMELLE

RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX CONCERNANT L'ANNÉE 1947

Analyse statistique générale.

L'analyse porte sur les 9 variétés citées précédemment représentées dans 8 milieux. Les teneurs moyennes en extrait, protéine, glumelle, sont données au tableau I pour les variétés et les milieux. Les écarts extrêmes observés pour chacun des éléments figurent également à ce tableau. Les résultats sont exprimés en valeur absolue et en pourcentage des moyennes générales. Pour chacun des éléments, le tableau II donne les différences en pourcentage des moyennes générales, existant entre les variétés et entre les milieux et indique le caractère significatif ou non significatif de ces différences. Les renseignements statistiques groupés au tableau III permettent les constatations générales suivantes :

1° Toutes les variations étudiées sont significatives à des degrés divers à l'exception de la fluctuation variétale pour le pourcentage de

TABLEAU I
Teneur en extrait, protéine, glumelle : année 1947

	en valeur absolue			en % des moyennes générales		
	1	2	3	1	2	3
Moyennes de 8 milieux						
Vellavia.....	79,1 ¹	11,4	8,4	100,8 ¹	99,1	97,6
Forézia.....	78,7	11,5	8,5	100,3	100,0	98,8
Aurore.....	78,6	11,6	8,3 ²	100,2	100,8	96,5 ²
R. Guillemart.....	78,5	11,2 ²	8,5	100,1	97,3 ²	98,8
Gloire du Velay.....	78,5	11,7 ¹	8,6	100,1	101,7 ¹	100,0
Maya.....	78,4	11,5	8,4	100,0	100,0	97,6
Kénia.....	78,2	11,7 ¹	8,7	99,7	101,7 ¹	101,1
Meygalia.....	78,0	11,3	9,2 ¹	99,4	98,2	106,9 ¹
Trésor du Velay.....	77,8 ²	11,5	9,1	99,2 ²	100,0	105,8
Moyennes générales :	78,4	11,5	8,6	78,4	11,5	8,6
Moyennes de 9 variétés						
St Jean de Nay.....	81,2 ¹	8,7 ²	8,6	103,5 ¹	75,6 ²	100,0
Trémoul.....	80,3	8,7 ²	9,1 ¹	102,4	75,6 ²	105,8 ¹
Le Ronzet.....	79,7	10,5	8,5	101,6	91,3	98,8
Croustet.....	79,7	10,4	9,0	101,6	90,4	104,6
Herm de Cayres.....	79,3	10,2	8,6	101,1	88,6	100,0
Solignat.....	77,0	13,2	8,5	98,2	114,7	98,8
Clermont-Ferrand.....	76,4	14,8	8,2 ²	97,4	128,6	95,4 ²
Chanat.....	73,8 ²	15,3 ¹	8,7	94,1 ²	133,0 ¹	101,1
Écarts extrêmes						
	Extrait		Protéine		Glumelle	
	absolu	relatif	absolu	relatif	absolu	relatif
Variétés.....	1,3	1,6	0,5	4,4	0,9	10,4
Milieux.....	7,4	9,4	6,6	57,4	0,9	10,4
Var. × milieux.....	9,8	12,5	8,1	70,4	2,3	26,7

1: Extrait; 2 : protéine : 3 ; glumelle.
(1). — Résultat le plus élevé.
(2). — Résultat le plus faible.

protéine, pour laquelle le critère F ⁽¹⁾ calculé 1,53 est inférieur au critère F table 2,11. La plus grande amplitude de variation 57,4 p. 100 de la moyenne générale est observée pour ce même élément sous l'action du milieu. Des trois éléments envisagés, la teneur en protéine présente la fluctuation la plus faible de 11,2 à 11,7 et la fluctuation la plus forte, de 8,7 à 15,3 selon que l'on envisage la variation en fonction de la variété ou du milieu.

2° L'influence du milieu est prépondérante pour le pourcentage de protéine qui varie de 8,7 à 15,3 ; importante pour le pourcentage

(1) Critère F : $\frac{\text{Variance facteur}}{\text{Variance erreur}}$.

d'extrait dont les variations extrêmes sont 73,8 et 81,2. La fluctuation due au milieu pour le pourcentage de glumelle est plus faible, 8,2 à 9,1. La part variétale est très nette pour le pourcentage de glumelle qui oscille entre 8,3 et 9,2 et le pourcentage d'extrait (77,8 à 79,1). Elle est négligeable en ce qui concerne le pourcentage de protéine pour lequel les chiffres extrêmes sont 11,2 et 11,7.

3° L'examen de chaque facteur en fonction des deux causes de variations : milieu et variété, montre que :

1. La part du milieu est prépondérante pour la protéine ($F = 398$) alors que les différences variétales sont très faibles ($F = 1,53$) ;

2. la part variétale pour l'extrait est très nette mais l'influence du milieu reste très marquée ; les valeurs de F étant de 5 pour les variétés et de 196,1 pour les milieux ;

3. le pourcentage de glumelle est influencé dans des proportions sensiblement égales par la variété et le milieu ; les valeurs de F sont très voisines : 22,4 et 22,6.

Ces constatations générales sont confirmées par un examen détaillé des tableaux I et II et par la représentation graphique des résultats (planches I à III).

Protéine.

La planche I permet la comparaison des fluctuations du pourcentage de protéine en fonction du milieu et de la variété (grap. 1 et 2). Les écarts extrêmes en valeur absolue sont de 0,5 pour les variétés contre 6,6 pour les milieux, soit en pourcentage de la moyenne générale de 11,5 : 4,4 contre 57,4. Les variétés ne présentent pas de différences significatives entre elles alors que pour les milieux seules les différences entre Croustet (10,4), l'Herm de Cayres (10,2) et le Ronzet (10,5) d'une part et entre Trémoul (8,7) et St-Jean-de-Nay (8,7), d'autre part ne sont pas significatives (tableau II). Il n'est donc pas possible de classer les variétés en essai d'après leur pourcentage de protéine. Par contre les milieux peuvent être caractérisés par leur teneur moyenne en protéine ; les courbes des milieux se répartissent d'une manière caractéristique de part et d'autre de la moyenne générale. Les cinq milieux précédemment cités présentant entre eux une faible fluctuation appartiennent au plateau basaltique du Puy-en-Velay.

Extrait.

Pour la teneur en extrait, la fluctuation due au milieu est plus importante que la variation due à la variété. Les écarts extrêmes sont de 1,3 pour les variétés entre *Vellavia* (79,1) et *Trésor du Velay* (77,8) et de 7,4

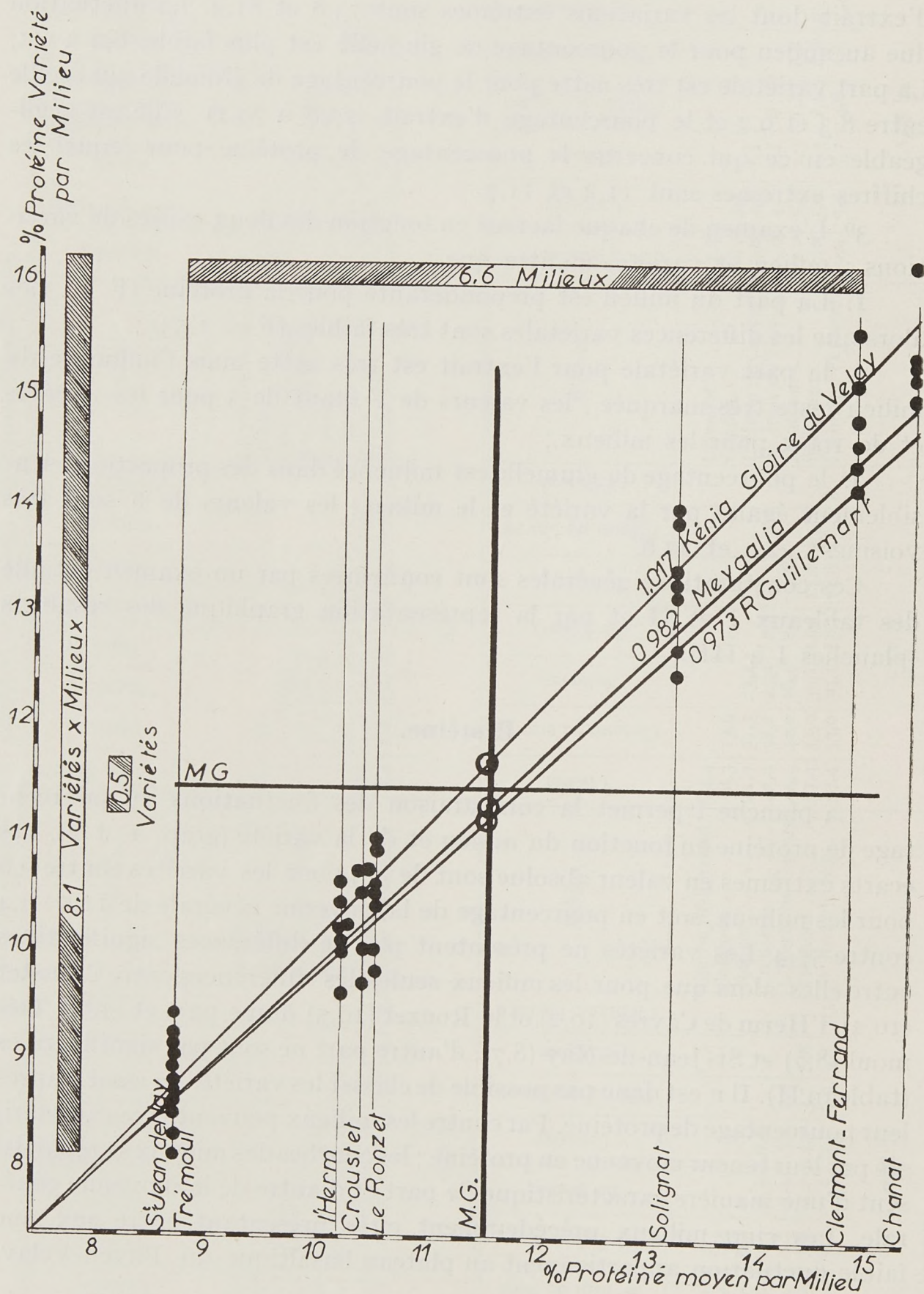


PLANCHE I-I. — Fluctuation de la teneur en Protéine, comparaison des variétés, résultats d'une année (1947).
 En abscisse : p. 100 moyen de protéine des milieux (moyennes de 9 variétés). En ordonnée : p. 100 de protéine de chaque variété pour chaque milieu. Le coefficient de chacune des courbes correspondant aux variétés est le rapport $\frac{\text{moyenne variétale de 8 milieux}}{\text{moyenne générale}}$. — Les courbes des variétés Aurore, Maya, Trésor du Velay, Forézia et Vellavia comprises entre Gloire du Velay et Meygalia ne sont pas représentées.

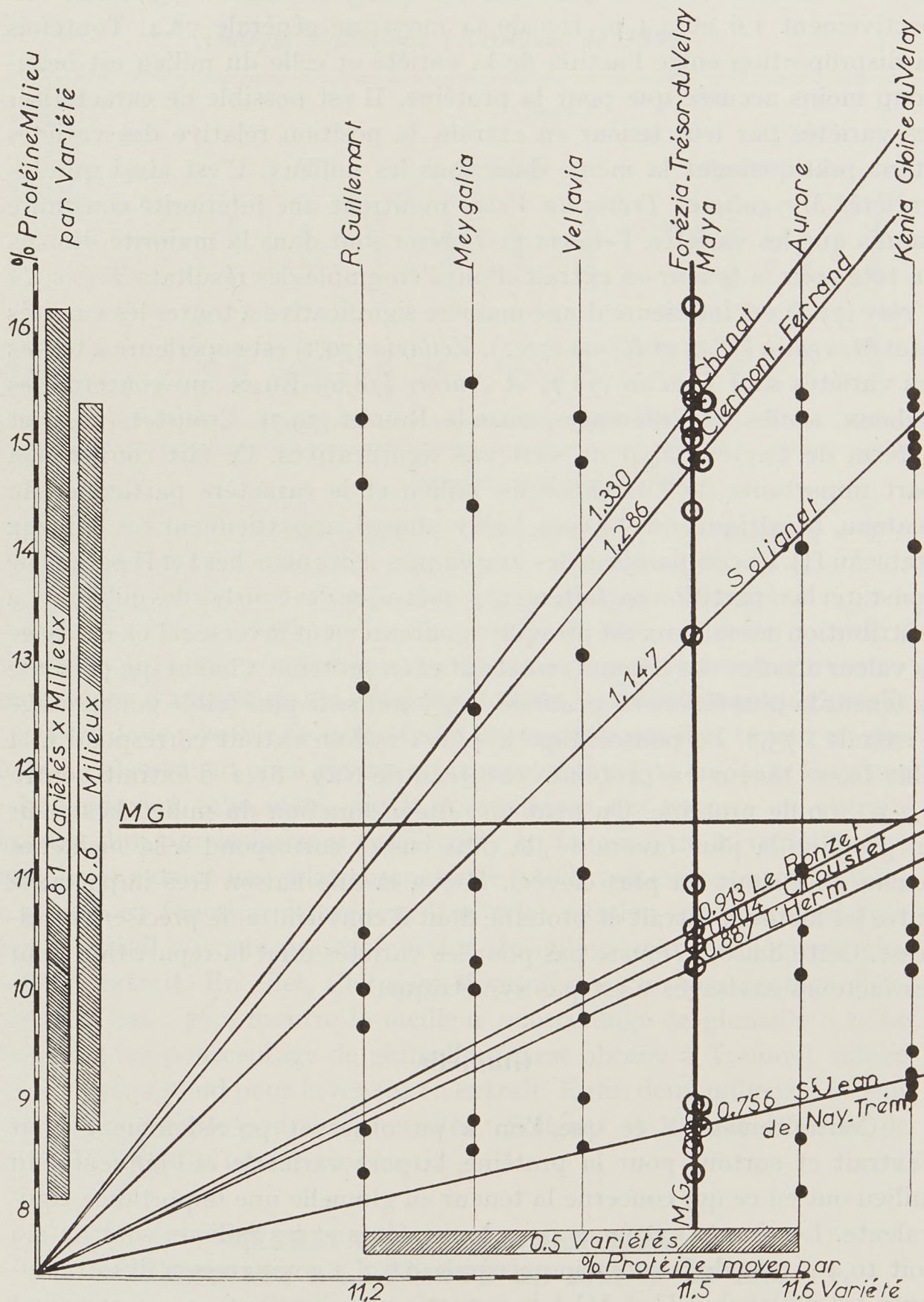


PLANCHE I-2. — Fluctuation de la teneur en Protéine, comparaison des milieux, résultats d'une année (1947).
 En abscisse : p. 100 moyen de protéine des variétés (moyennes de 8 milieux). — En ordonnée : résultats élémentaires : p. 100 de protéine de chaque milieu pour chaque variété. — Le coefficient de chacune des courbes correspondant aux milieux est le rapport $\frac{\text{moyenne milieu pour 9 variétés}}{\text{moyenne générale}}$

pour les milieux entre St-Jean-de-Nay (81,2) et Chanat (73,8) soit respectivement 1,6 et 9,4 p. 100 de la moyenne générale 78,4. Toutefois la disproportion entre l'action de la variété et celle du milieu est beaucoup moins accusée que pour la protéine. Il est possible de caractériser les variétés par leur teneur en extrait, la position relative des variétés étant pratiquement la même dans tous les milieux. C'est ainsi que les variétés *Meygalia* et *Trésor du Velay* montrent une infériorité constante tandis que les variétés *Vellavia* et *Forézia* sont dans la majorité des cas en tête pour la teneur en extrait. Pour l'ensemble des résultats *Trésor du Velay* (77,8) est inférieure d'une manière significative à toutes les variétés sauf *Meygalia* (78,0) et *Kénia* (78,2). *Vellavia* (79,1) est supérieure à toutes les variétés sauf *Forézia* (78,7) et *Aurore* (78,6). En ce qui concerne les milieux, seules les différences entre le Ronzet (79,7), Croustet (79,7) et l'Herm de Cayres (79,3) ne sont pas significatives. Ce fait confirme la part importante de l'influence du milieu et le caractère particulier du plateau basaltique du Puy-en-Velay auquel appartiennent ces milieux (tableau II). La comparaison des graphiques 2 des planches I et II permet de constater la répartition parfaitement symétrique des courbes des milieux. La distribution des milieux est presque rigoureusement inverse si l'on envisage la valeur absolue des teneurs en extrait et en protéine. Chanat qui présente la teneur la plus élevée en protéine : 15,3 accuse le plus faible pourcentage d'extrait : 73,8. Le pourcentage le plus élevé en extrait correspond à la plus basse teneur en protéine : St-Jean-de-Nay, 81,2 d'extrait contre 8,7 p. 100 de protéine. On peut dire qu'en fonction du milieu la teneur en protéine la plus favorable (la plus basse) correspond à la meilleure teneur en extrait (la plus élevée). Il y a là une liaison très importante entre les facteurs extrait et protéine dont il conviendra de préciser l'étroitesse. Cette liaison n'existe pas pour les variétés dont la répartition pour les facteurs envisagés n'est pas symétrique.

Glumelle

Contrairement à ce que l'on a pu observer précédemment pour l'extrait et surtout pour la protéine, la part variétale et l'influence du milieu ont en ce qui concerne la teneur en glumelle une importance équivalente. Les écarts extrêmes pour les variétés et les milieux sont de 0,9 soit 10,4 p. 100 de la moyenne générale 8,6. La comparaison des graphiques 1 des planches II et III fait ressortir une distribution sensiblement symétrique des courbes des variétés pour les facteurs glumelle et extrait. Si l'on considère les valeurs absolues, la distribution des variétés est sensiblement inverse ; c'est-à-dire que *Trésor du Velay* et *Meygalia* qui accusent les pourcentages d'extrait les plus bas 77,8 et 78,0 ont les teneurs en glumelle les plus élevées 9,1 et 9,2. De même *Vellavia*, variété à meilleur

TABLEAU III
Analyse statistique (Résultats de 1947)

Facteurs	n — 1	6 ²			Critère E				Signification P = 0,05		
					Calculé			Table			
		Protéine	Extrait	Glumelle	Protéine	Extrait	Glumelle		Protéine	Extrait	Glumelle
Variétés	8	0,237	1,416	2,24	1,53	5	22,4	2,11	N S	S	S
Milieus	7	61,37	54,93	2,26	398	196,1	22,6	2,18	S	S	S
Erreur	56	0,154	0,28	0,10							

	Plus petite différence significative					
	Protéine % M. G.		Extrait % M. G.		Glumelle % M. G.	
Variétés.....	N. S.		0,528	0,66	0,178	2,06
Milieus.....	0,368	3,2	0,496	0,63	0,168	1,95

pourcentage d'extrait 79,1 a l'une des teneurs les plus basses en glumelle 8,4. Il est donc possible de caractériser les variétés par leur teneur en glumelle. Le classement ainsi obtenu est comparable si l'on envisage la valeur technologique à celui établi par la comparaison des teneurs en extrait. On peut dire provisoirement qu'il existe en fonction de la variété entre glumelle et extrait une relation analogue à celle qui existe entre protéine et extrait en fonction du milieu. Une telle relation qui sera envisagée plus en détail n'existe pas en fonction du milieu pour les éléments glumelle et extrait. En effet, Clermont-Ferrand avec un pourcentage d'extrait très bas : 76,4 montre le meilleur pourcentage de glumelle 8,2. Le plus mauvais pourcentage de glumelle 9,1 est obtenu à Tremoul, milieu qui se classe second pour la teneur en extrait. Enfin deux milieux à teneur moyenne identique pour les glumelles : Solignat et Ronzet diffèrent de 2,7 unités dans la teneur en extrait.

RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX
CONCERNANT LA PÉRIODE DE 1944-45 ET 1947

Pour les résultats étudiés précédemment le milieu reste limité aux seules variations régionales. L'année, par ses caractéristiques climatiques générales ou particulières à une région, peut déterminer des variations importantes. Le tableau IV groupe les résultats de trois années 1944-1945-1947 pour trois milieux : Clermont-Ferrand, le Ronzet (Haute-Loire),

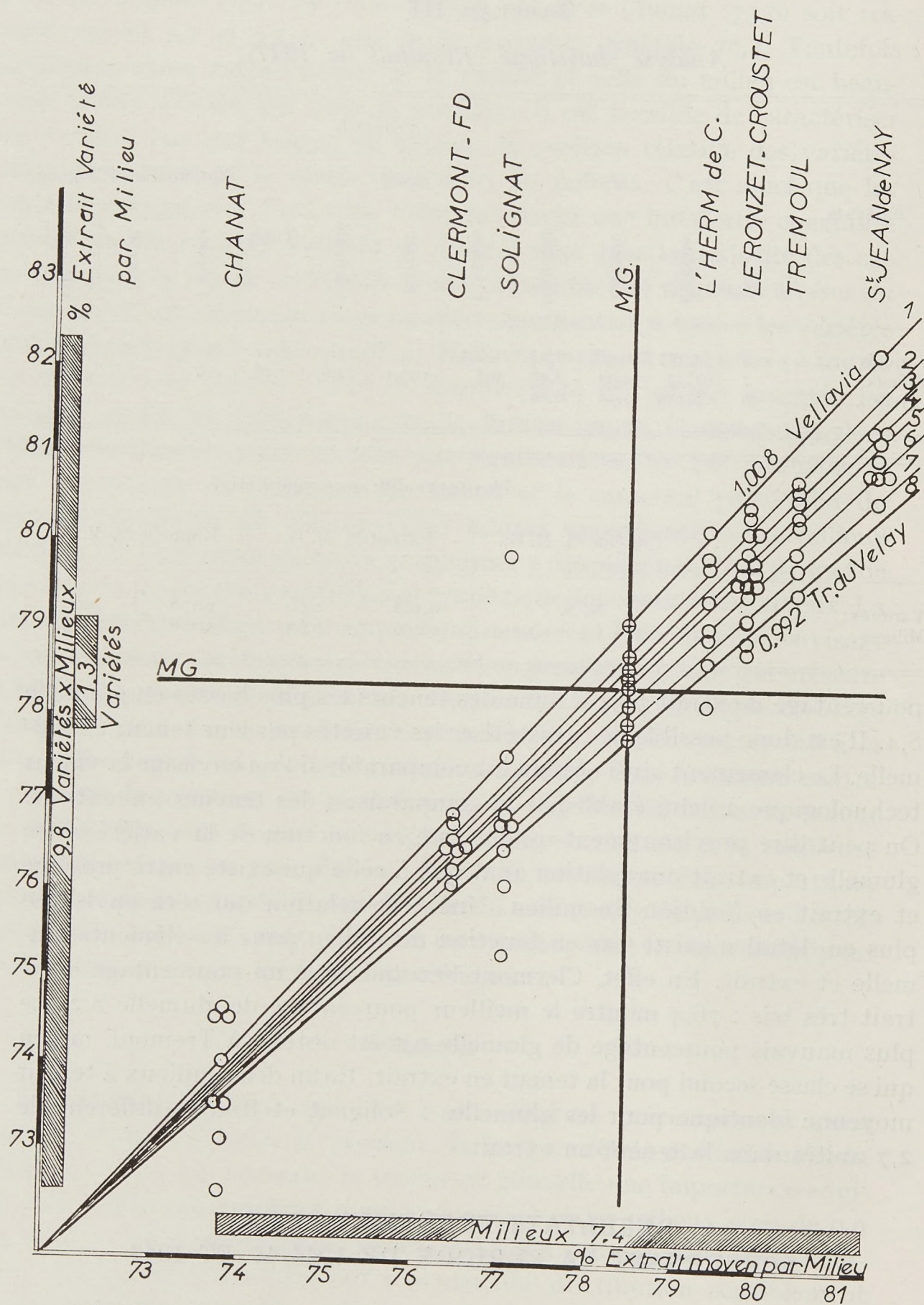


PLANCHE II-1. — Fluctuation de la teneur en Extrait, comparaison des variétés, résultats d'une année (1947).
Le coefficient de chacune des courbes correspondant aux variétés est le rapport :
moyenne variétale de 8 milieux

— Variétés : 1, Vellavia (1,008) ; 2, Forézia (1,003) ; 3, Aurore (1,002) ; 4, René Guillemart et Gloire du Velay (1,001) ; 5, Maja (1 000) ; 6, Kénia (0,997) ; 7, Meygalia (0,994) ; 8, Trésor du Velay (0,992).

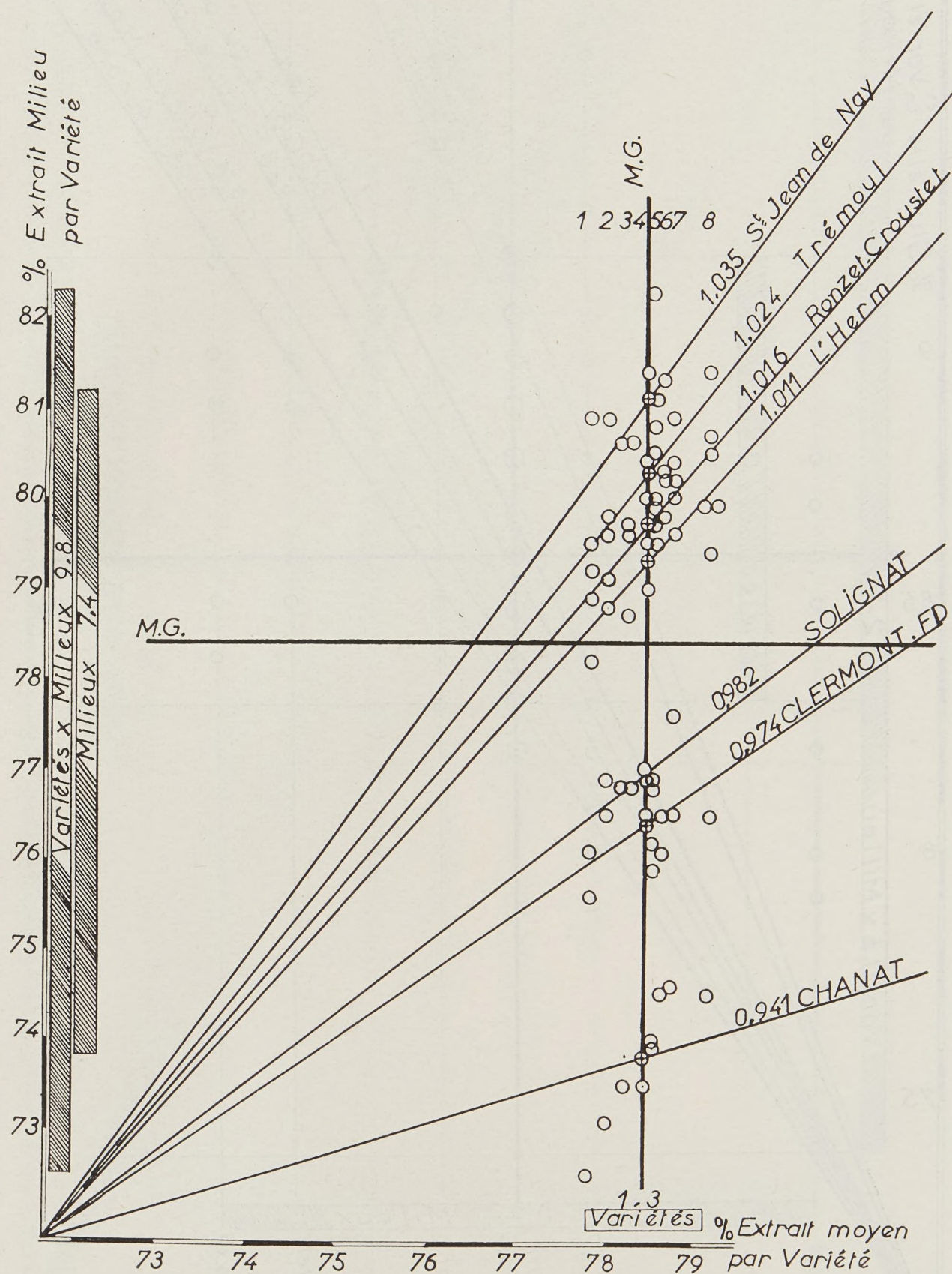


PLANCHE II-2. — Fluctuation de la teneur en Extrait, comparaison des milieux, résultats d'une année (1947).
Le coefficient de chacune des courbes correspondant aux milieux est le rapport :

$$\frac{\text{moyenne milieu de 9 variétés}}{\text{moyenne générale}}$$

— Variétés : 1, Trésor du Velay ; 2, Meygalia ; 3, Kénia ; 4, Maya ; 5, Gloire du Velay, René Guillemart ; 6, Aurore ; 7, Forézia ; 8, Vellavia.

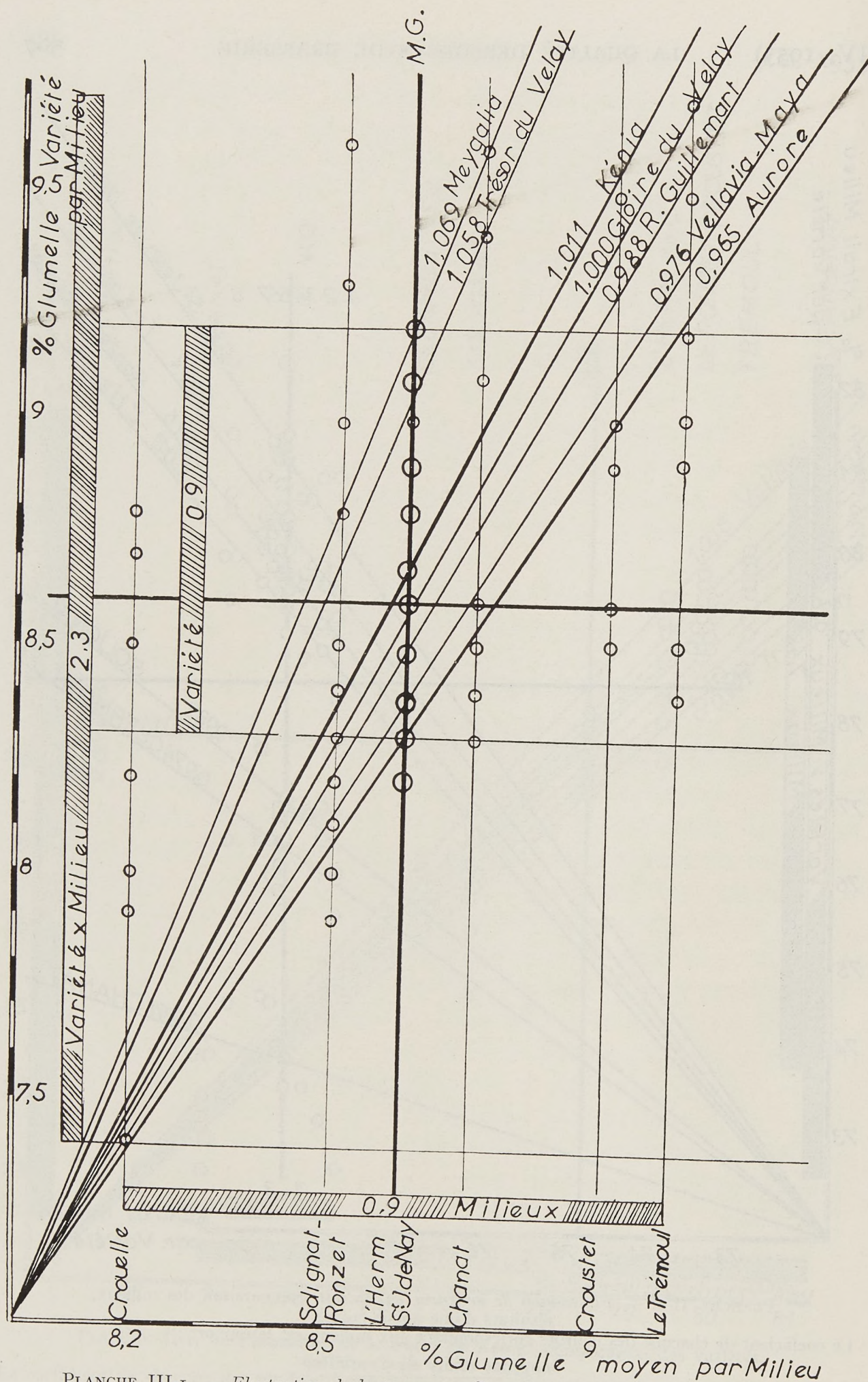


PLANCHE III-1. — Fluctuation de la teneur en Glumelle, comparaison des variétés, résultats d'une année (1947).
 En abscisse : classement des milieux (moyenne de 9 variétés). — En ordonnée : p. 100 de glumelle de chaque variété pour chaque milieu. Le coefficient des courbes des variétés est le rapport :

$$\frac{\text{moyenne variétale de 8 milieux}}{\text{moyenne générale}}$$

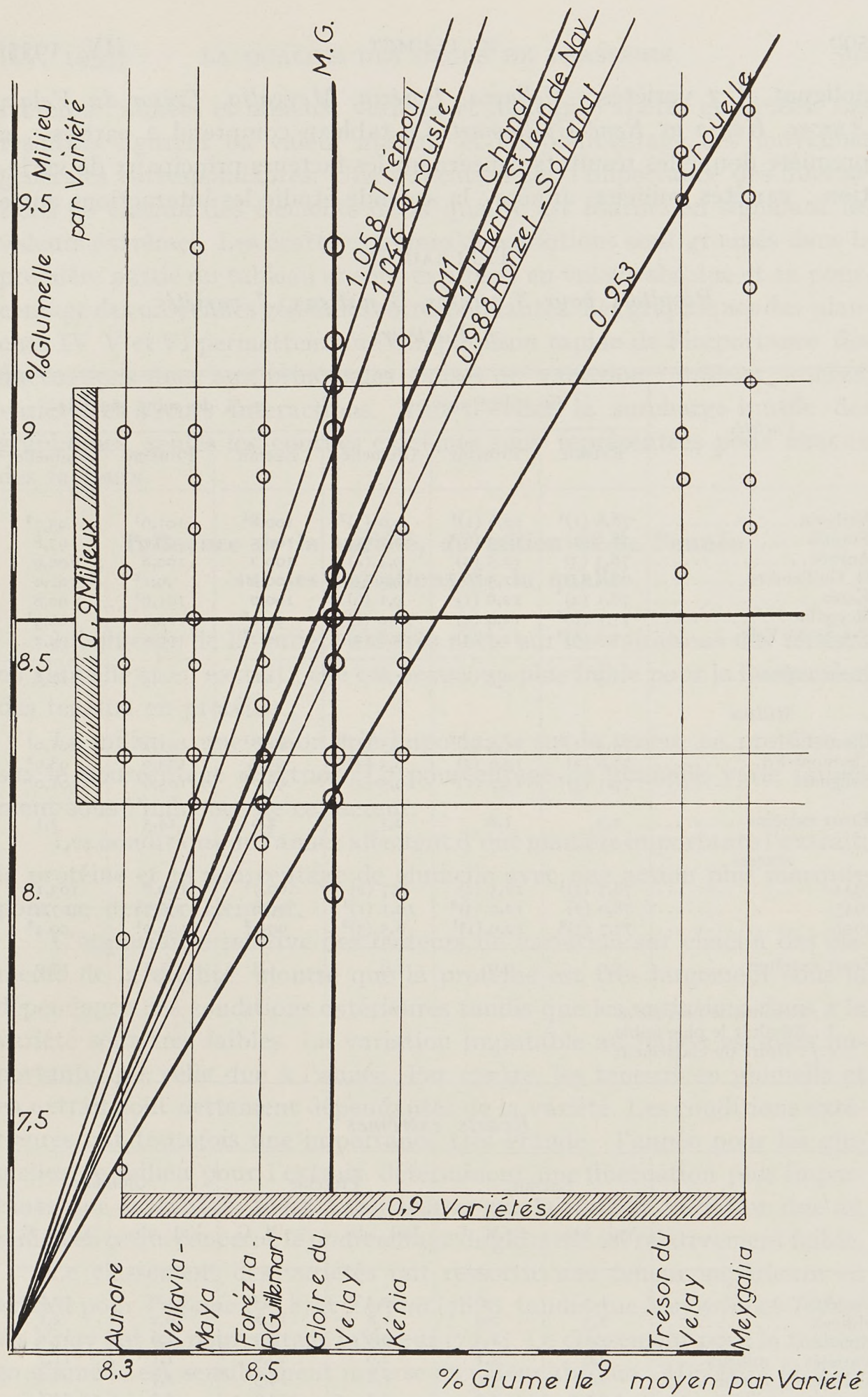


PLANCHE III-2. — Fluctuation de la teneur en Glumelle, comparaison des milieux, résultats d'une année (1947).
 En abscisse : classement des variétés (moyenne de 8 milieux). — En ordonnée : p. 100 de glumelle de chaque milieu pour chaque variété. Le coefficient des courbes des milieux est le rapport :

$$\frac{\text{moyenne milieu de 9 variétés}}{\text{moyenne générale}} \cdot$$

Solignat et 7 variétés : *Vellavia*, *Forézia*, *Meygalia*, *Trésor du Velay*, *Aurore*, *Kénia* et *René Guillemart*. Ce tableau comprend 2 parties : la première donne les résultats concernant les facteurs principaux de variation : variétés, milieux, années ; la seconde étudie les interactions entre

TABLEAU IV
Résultats pour 3 années, 3 milieux, 7 variétés
I Facteurs

Variétés	En valeur absolue			en % des moy. générales		
	Extrait	Protéine	Glumelle	Extrait	Protéine	Glumelle
Vellavia.....	78,8 (1) ¹	12,6 (1) ¹	9,0 (7) ²	100,8 ¹	101,6 ¹	95,7 ²
Forézia.....	78,5 (2)	12,3 (6) ²	9,2 (5)	100,5	99,1 ²	97,8
Aurore.....	78,3 (3)	12,5 (3)	9,4 (4)	100,2	100,8	100,0
R. Guillemart.....	78,1 (4)	12,3 (6) ²	9,5 (3)	100,0	99,1 ²	101,0
Kénia.....	78,1 (4)	12,6 (1) ¹	9,1 (6)	100,0	101,6 ¹	96,8
Meygalia.....	77,5 (6) ²	12,4 (4)	10,0 (1) ¹	99,2 ²	100,0	106,3 ¹
Trésor du Velay.....	77,5 (6) ²	12,4 (4)	9,8 (2)	99,2 ²	100,0	104,2
Ecart extrême.....	1,3	0,3	1,0	1,6	2,5	10,6
<i>Milieux</i>						
Haute-Loire.....	79,4 (1) ¹	11,3 (3) ²	9,5 (1) ¹	101,6 ¹	91,1 ²	101,0 ¹
Clermont-Fd.....	77,8 (2)	12,9 (2)	9,3 (3) ²	99,6	104,0	98,9 ²
Solignat.....	77,1 (3) ²	13,1 (1) ¹	9,5 (1) ¹	98,7 ²	105,6 ¹	101,0 ¹
Ecart extrême.....	2,3	1,8	0,2	2,9	14,5	2,1
<i>Années</i>						
1944.....	78,7 (1) ¹	12,5 (2)	9,7 (2)	100,7 ¹	100,8	103,1
1945.....	78,0 (2)	12,0 (3) ²	10,1 (1) ¹	99,8	96,7 ²	107,4 ¹
1947.....	77,7 (3) ²	12,9 (1) ¹	8,5 (3) ²	99,4 ²	104,0 ¹	90,4 ²
Ecart extrême.....	1,0	0,9	1,6	1,3	7,3	17,0

¹ : Résultat le plus élevé

² : Résultat le plus faible

(.) : Ordre du classement

Ecart extrêmes

	Extrait		Protéine		Glumelle	
	Val. abs.	% M. G.	Val. abs.	% M. G.	Val. abs.	% M. G.
Variétés.....	1,3	1,6	0,3	2,5	1,0	10,6
Milieux.....	2,3	2,9	1,8	14,5	0,2	2,1
Années.....	1,0	1,3	0,9	7,3	1,6	17,0
Variétés × milieux.....	4,0	5,1	2,6	20,9	1,1	11,7
Variétés × années.....	2,4	3,1	1,8	14,5	2,7	28,7
Années × milieux.....	3,7	4,7	4,2	33,9	2,3	24,5
Variétés × années, × milieux.....	5,6	7,2	5,4	43,5	4,0	42,5
Moyennes générales.....	78,1		12,4		9,4	

facteurs : années et milieux, variétés et milieux, variétés et années. Les résultats figurent en valeur absolue et en pourcentage des moyennes générales correspondantes. Une indication sur l'importance des fluctuations de chacun des éléments de la qualité est fournie en signalant les valeurs extrêmes. Les écarts extrêmes de variations sont groupés dans la première partie du tableau et sont exprimés en valeur absolue et en pourcentage des moyennes générales correspondantes. Les graphiques des planches IV, V et VI permettent une comparaison rapide de l'importance des fluctuations dues aux principales causes de variation : milieux, années, variétés et à leurs interactions. Afin d'éviter la surcharge inutile des graphiques, seules les courbes extrêmes sont représentées pour chacun des facteurs.

Influence de la variété, du milieu et de l'année sur les variations de la qualité

L'influence de la variété est très nette sur les variations des teneurs en glumelle et en extrait ; elle est beaucoup plus faible pour la fluctuation des teneurs en protéine.

Le milieu a une action très importante sur la teneur en protéine et sur le pourcentage d'extrait. Le pourcentage de glumelle varie faiblement sous l'influence de ce facteur.

Les conditions de l'année affectent d'une manière importante l'extrait, la protéine et le pourcentage de glumelle avec une action plus marquée pour ce dernier élément.

L'importance relative des facteurs de variation sur chacun des éléments de la qualité, montre que la protéine est très largement sous la dépendance des conditions extérieures tandis que les variations dues à la variété sont très faibles. La variation imputable au milieu est plus importante que celle due à l'année. Par contre, les teneurs en glumelle et en extrait sont nettement dépendantes de la variété. Les conditions extérieures ont toutefois une importance très grande : l'année pour les glumelles, le milieu pour l'extrait, déterminent une fluctuation plus importante que la variété. Il est à remarquer que la part de variation due au milieu en ce qui concerne le pourcentage de glumelle est relativement faible.

Le classement des variétés fait ressortir une teneur supérieure en extrait pour *Vellavia* (78,8) et *Forézia* (78,5), tandis que *Meygalia* et *Trésor du Velay* ont un pourcentage inférieur (77,5). Le classement pour la teneur en glumelle est sensiblement inverse en valeur absolue : *Meygalia* et *Trésor du Velay* ayant les plus forts pourcentages de glumelle (10,0 et 9,8), tandis que *Vellavia* a le plus faible pourcentage qui est de 9,0 p. 100. Le classement variétal pour le pourcentage de protéine est très différent, *Vellavia* avec la meilleure teneur d'extrait (78,8) et de glumelle (9,0)

TABLEAU IV. — Résultats pour 3 années 3 milieux, 7 Variétés II. interactions

Valeur absolue										Pourcentage des M. G.											
	Extrait			Protéine			Glumelle				Extrait			Protéine			Glumelle				
	Haute-Loire	Clermont-Ferrand	Solignat	Haute-Loire	Clermont-Ferrand	Solignat	Haute-Loire	Clermont-Ferrand	Solignat		Haute-Loire	Clerm.-Ferrand	Solignat	Haute-Loire	Clerm.-Ferrand	Solignat	Haute-Loire	Clerm.-Ferrand	Solignat		
<i>Années × milieux</i>																					
1947	79,7 (1) ¹			10,6 (3) ²			8,5 (3)			102,0 ¹			85,4 ²			90,4			1947	Haute-Loire	
1945	79,4 (2)			10,8 (2)			9,9 (2)			101,6			87,0			105,3			1945	—	
1944	79,1 (3)			12,4 (1)			10,1 (1)			101,2			100,0			106,3			1944	—	
1944		78,7 (1)			12,1 (2)		9,8 (2)				100,7			97,5			104,2		1944	Clerm.-Ferrd	
1945		78,5 (2)			11,9 (3)		10,0 (1)				100,5			95,9			106,3		1945	—	
1944			78,1 (1)			13,0 (3)			9,3 (1)			100,0			104,8			98,9	1944	Solignat	
1947			77,1 (2)			13,2 (1)			8,7 (1)			98,7			106,4			92,5	1947	—	
1947		76,5 (3)			14,8 (1) ¹		8,2 (3) ²				97,9			119,3 ¹			87,2 ²		1947	Clerm.-Ferrd	
1945			76,0 (3) ²			13,2 (1)			10,5 (1)			97,3 ²			106,4			111,7 ¹	1945	Solignat	
Écart extrême.....																					
<i>Variétés × milieux</i>																					
Forézia.....	80,0 (1) ¹			10,9 (7) ²			9,0 (6)			102,4 ¹			87,9 ²			95,7			Forézia	Haute-Loire	
Aurore	79,9 (2)			11,3 (4)			9,6 (3)			102,3			91,1			102,1			Aurore	—	
Vellavia	79,8 (3)			11,5 (2)			9,1 (5)			102,1			92,7			96,8			Vellavia	—	
R. Guillemart.....	79,5 (4)			11,1 (5)			9,6 (3)			101,7			89,5			102,1			R. Guillemart	—	
Trésor du Velay	79,1 (5)			11,1 (5)			10,0 (1) ¹			101,2			89,5			106,3 ¹			T. du Velay	—	
Kénia	79,0 (6)			11,5 (2)			9,0 (6)			101,1			92,7			95,7			Kénia	—	
Meygalia	78,4 (7)			11,8 (1)			10,0 (1) ¹			100,3			95,1			106,3 ¹			Meygalia	—	
Vellavia			78,4 (1)			13,2 (4)			8,9 (1)			100,3			106,4			94,6 ²	Vellavia	Solignat	
Aurore		78,3 (1)			12,8 (6)		9,2 (4)				100,2			103,2			97,8		Aurore	Clerm.-Ferrd	
Vellavia		78,2 (2)			13,2 (1)		9,0 (7)				100,1			106,4			95,7		Vellavia	—	
Kénia		78,1 (3)			13,0 (2)		9,1 (6)				100,0			104,8			96,8		Kénia	—	
R. Guillemart.....		78,0 (4)			12,8 (6)		9,2 (4)				99,8			103,2			97,8		R. Guillemart	—	
Forézia.....		77,9 (5)			12,9 (4)		9,3 (3)				99,7			104,0			98,9		Forézia	—	
Meygalia		77,6 (6)			12,9 (4)		10,0 (1) ¹				99,3			104,0			106,3 ¹		Meygalia	—	
Forézia.....			77,5 (2)			13,3 (2)			9,4 (1)			99,2			107,2			100,0	Forézia	Solignat	
Trésor du Velay					13,0 (2)		9,7 (2)				98,9			104,8			103,1		T. du Velay	Clerm.-Ferrd	
Kénia			77,2 (3)			13,3 (2)			9,4 (1)			98,8			107,2			100,0	Kénia	Solignat	
R. Guillemart.....			76,9 (4)			12,9 (6)			9,6 (1)			98,4			104,0			102,1	R. Guillemart	—	
Aurore			76,8 (5)			13,5 (1) ¹			9,5 (1)			98,3			108,8 ¹			101,0	Aurore	—	
Meygalia			76,6 (6)			12,6 (7)			9,9 (1)			98,0			101,6			105,3	Meygalia	—	
Trésor du Velay			76,0 (7) ²			13,0 (5)			9,8 (1)			97,3 ²			104,8			104,2	T. du Velay	—	
Écart extrême.....																					
<i>Variétés × années</i>																					
Vellavia	1944	1945	1947	1944	1945	1947	1944	1945	1947	1944	1945	1947	1944	1945	1947	1944	1945	1947	Vellavia	1944	
Forézia.....	79,4 (1) ¹			12,5 (5)			9,2 (6)			101,6 ¹			100,8			97,8			Forézia	1944	
Aurore	79,2 (2)			12,0 (7)			9,3 (5)			101,4			96,7			98,9			Aurore	1944	
Vellavia	78,9 (3)			12,6 (3)			9,9 (3)			101,0			101,6			105,3			Vellavia	1944	
R. Guillemart.....	78,7 (4)			12,6 (3)			9,8 (4)			100,7			101,6			104,2			R. Guillemart	1947	
Aurore		78,5 (1)			11,6 (7) ²		10,5 (2)				100,5			93,5 ²			111,7		Aurore	1944	
Vellavia		78,5 (1)			12,4 (1)		9,6 (7)				100,5			100,0			102,1		Vellavia	1945	
Kénia	78,4 (5)			12,9 (1)			9,2 (6)			100,3			104,0			97,8			Kénia	1944	
Forézia.....		78,2 (3)			12,2 (2)		10,0 (5)				100,1			98,3			106,3		Forézia	1945	
Meygalia	78,1 (6)			12,7 (2)			10,3 (1)			100,0			102,4			109,5			Meygalia	1944	
Trésor du Velay	78,1 (6)			12,3 (6)			10,2 (2)			100,0			99,1			108,5			T. du Velay	1944	
Kénia		78,1 (4)			11,8 (5)		9,9 (6)				100,0			95,1			105,3		Kénia	1945	
R. Guillemart.....		78,1 (4)			11,8 (5)		10,3 (3)				100,0			95,1			109,5		R. Guillemart	1945	
Forézia.....			78,0 (2)			12,9 (3)			8,4 (1)			99,8			104,0			89,3	Forézia	1947	
R. Guillemart.....			77,7 (3)			12,4 (7)			8,3 (1)			99,4			100,0			88,2	R. Guillemart	1947	
Kénia			77,7 (3)			13,1 (2)			8,3 (1)			99,4			105,6			88,2	Kénia	1947	
Aurore			77,6 (5)			13,4 (1) ¹			7,9 (1)			99,3			108,0 ¹			84,0 ²	Aurore	1947	
Meygalia			77,4 (6)			12,6 (6)			9,0 (1)			99,1			101,6			95,7	Meygalia	1947	
Trésor du Velay		77,3 (6)			12,2 (2)		10,2 (4)				98,9			98,3			108,5		T. du Velay	1945	
Meygalia		77,1 (7)			12,0 (4)		10,6 (1) ¹				98,7			96,7			112,7 ¹		Meygalia	1945	
Trésor du Velay			77,0 (7) ²			12,7 (5)			9,1 (1)			98,5 ²			102,4			96,8	T. du Velay	1947	
Écart extrême.....																					

¹ : Résultat le plus élevé ; ² : résultat le plus faible ; (.) Ordre de classement.

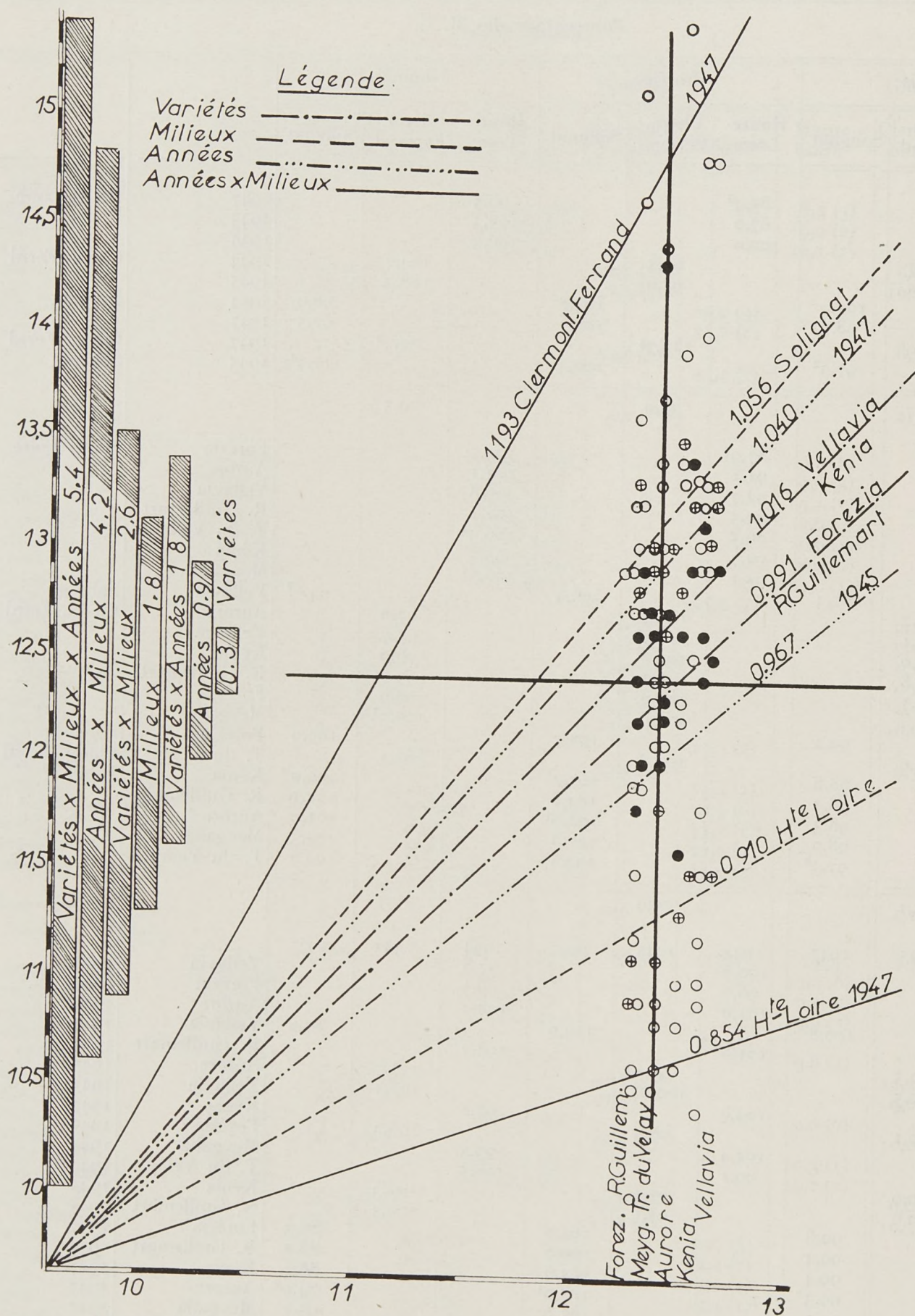


PLANCHE IV- — Fluctuation de la teneur en Protéine, résultats de 3 milieux, 3 années, 7 variétés.
 L'importance des fluctuations pour chaque facteur de variation envisagé est représentée par les deux courbes extrêmes correspondantes.

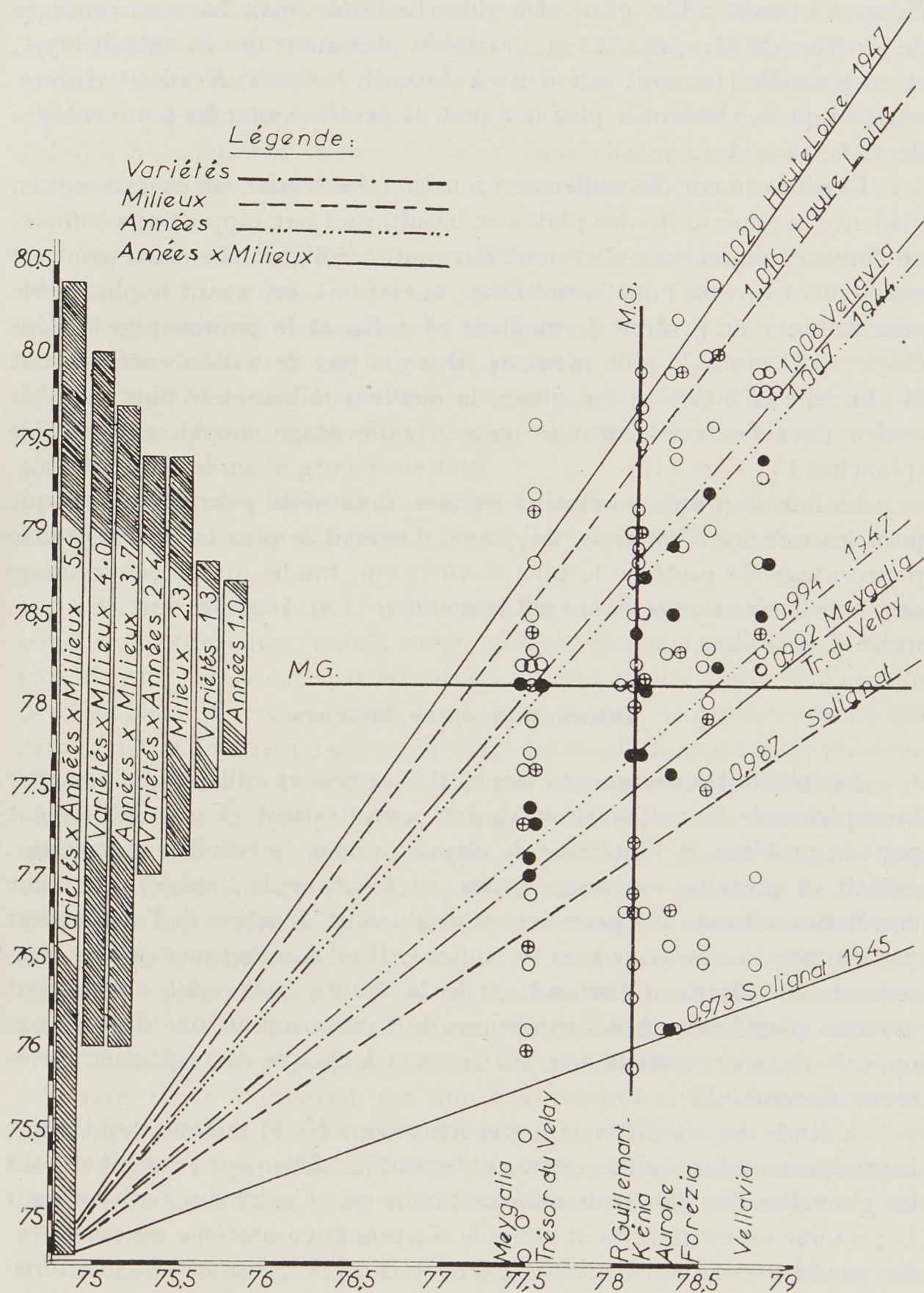


PLANCHE V. — Fluctuation de la teneur en Extrait, résultats de 3 milieux, 3 années, 7 variétés.
 L'importance des fluctuations pour chaque facteur de variation envisagé est représentée par les deux courbes extrêmes correspondantes.

a la plus forte teneur en protéine (12,6). Cette teneur est la même que pour *Kénia* à extrait faible (78,1) et à glumelle faible (9,1). Les pourcentages de protéine de *Meygalia* (12,4), variété la plus mauvaise en extrait (77,5) et en glumelle (10) sont inférieurs à ceux de *Vellavia*, *Kénia* et *Aurore*, variétés qui se classent le plus mal pour la protéine avec les pourcentages de 12,6, 12,6 et 12,5.

Le groupement des milieux en fonction des teneurs en extrait met en évidence la supériorité des plateaux basaltiques par rapport aux milieux de plaine et de coteau : Clermont-Ferrand et Solignat. Le classement est exactement inversé pour la protéine ; la Haute-Loire ayant le plus faible pourcentage (11,3), donc le meilleur et Solignat le pourcentage le plus élevé (13,1), donc le plus mauvais. Il n'y a pas de liaison entre extrait et glumelle en fonction du milieu, le meilleur milieu et le plus mauvais milieu pour l'extrait ayant le même pourcentage moyen en protéine (planches IV, V et VI).

La liaison protéine-extrait n'est pas aussi nette pour les années que pour les milieux. Toutefois, 1947 avec l'extrait le plus faible (77,7) a le pourcentage de protéine le plus élevé (12,9), tandis que le pourcentage de glumelle pour cette année est le meilleur (8,5). L'année peut être assimilée à un milieu.

Interaction entre facteurs

Les résultats concernant l'interaction années et milieux font ressortir la supériorité du milieu Haute-Loire pour l'extrait et corrélativement pour la protéine. A l'intérieur de chaque milieu, la corrélation inverse : extrait et protéine est assez étroite en fonction de l'année. Une telle corrélation n'existe pas pour extrait et glumelle. L'action de l'année n'est pas du même ordre pour tous les milieux. Il est à remarquer que les classements de Clermont-Ferrand et de la Haute-Loire sont exactement inverses pour l'extrait, les conditions de l'année ayant joué d'une façon opposée dans ces milieux très différents et à époque de végétation fortement dissemblable.

L'étude des résultats de l'interaction variétés et milieux montre que le groupement des variétés est sensiblement le même pour l'extrait et pour les glumelles dans les trois milieux tandis que l'ordre des variétés pour la protéine est extrêmement variable. La teneur en protéine est peu affectée par la variété. L'extrait et la teneur en glumelle sont des caractéristiques variétales. Si l'on envisage la distribution générale des variétés, la Haute-Loire se classe en tête pour l'extrait pour les 7 variétés en essais. Solignat, dans l'ensemble, a les plus mauvais extraits à l'exception de *Vellavia*. Corrélativement, la Haute-Loire a les meilleures teneurs en protéine et Solignat les plus mauvaises à l'exception de *Meygalia*. Le

classement des teneurs en glumelle est très différent. Dans chacun des milieux, les mauvaises variétés comme *Meygalia* et *Trésor du Velay* ont approximativement le même pourcentage. Ce pourcentage est de 10 pour les deux variétés en Haute-Loire ; de 9,8 (*Trésor du Velay*) et 9,9 (*Meygalia*) à Clermont-Ferrand ; de 9,7 (*Trésor du Velay*) et de 10 (*Meygalia*) à Solignat. Par contre, *Vellavia* dans chacun des trois milieux se classe en tête avec des teneurs de 9,1 en Haute-Loire, 9 à Clermont et 8,9 à Solignat.

De même dans l'interaction variétés et années, le groupement des variétés pour les trois années est sensiblement le même pour l'élément extrait et pour l'élément glumelle alors que pour la teneur en protéine, l'ordre des variétés est extrêmement variable. Pour l'extrait, les variétés *Meygalia* et *Trésor du Velay* accusent les pourcentages d'extrait les plus faibles aussi bien en 1944, 1945 et 1947. Les variétés *Forézia* et *Vellavia* sont toujours dans le groupe de tête.

L'examen des facteurs de variation pour une période de plusieurs années confirme donc les constatations faites sur les résultats de l'année 1947 :

1^o La protéine est un facteur très fluctuant sous la dépendance des conditions extérieures : milieu, année, période de semis, précocité de maturité. Il reste peu affecté par la variété. ISENBECK (16) rapporte l'opinion de chercheurs allemands selon laquelle la teneur en protéine serait une caractéristique variétale si l'on envisage les résultats moyens de plusieurs années, mais nos observations n'ont pas mis en évidence l'influence de l'hérédité sur le facteur protéine. RUSSELL et BISHOP (22) auraient trouvé également des différences variétales faibles mais disent-ils certaines. Cependant, ces auteurs reconnaissent la part prépondérante de l'action du milieu. Les résultats de l'expérimentation dans le Massif Central nous amènent à la conclusion que le milieu et les conditions de culture sont nettement prépondérants et en particulier les conditions climatiques au moment de la maturité. Des grandes différences variétales peuvent être constatées lorsqu'il s'agit de variétés très différentes du point de vue précocité. Cette fluctuation est due aux conditions de maturation des grains qui peuvent être soumis à un échaudage. L'influence de la variété sur la teneur en protéine doit être considérée, sinon comme inexistante, du moins comme présentant une faible importance ne pouvant être mise en évidence que très difficilement.

2^o Les teneurs en extrait et en glumelle sont des caractères héréditaires ; cependant l'influence du milieu sur ces facteurs reste très importante. Le caractère variétal de la teneur en extrait a été confirmé par la possibilité d'utiliser des formules d'évaluation du pourcentage d'extrait à partir de la teneur en protéine et du poids de 1 000 grains en tenant compte d'une constante variétale. BISHOP et DAY (4).

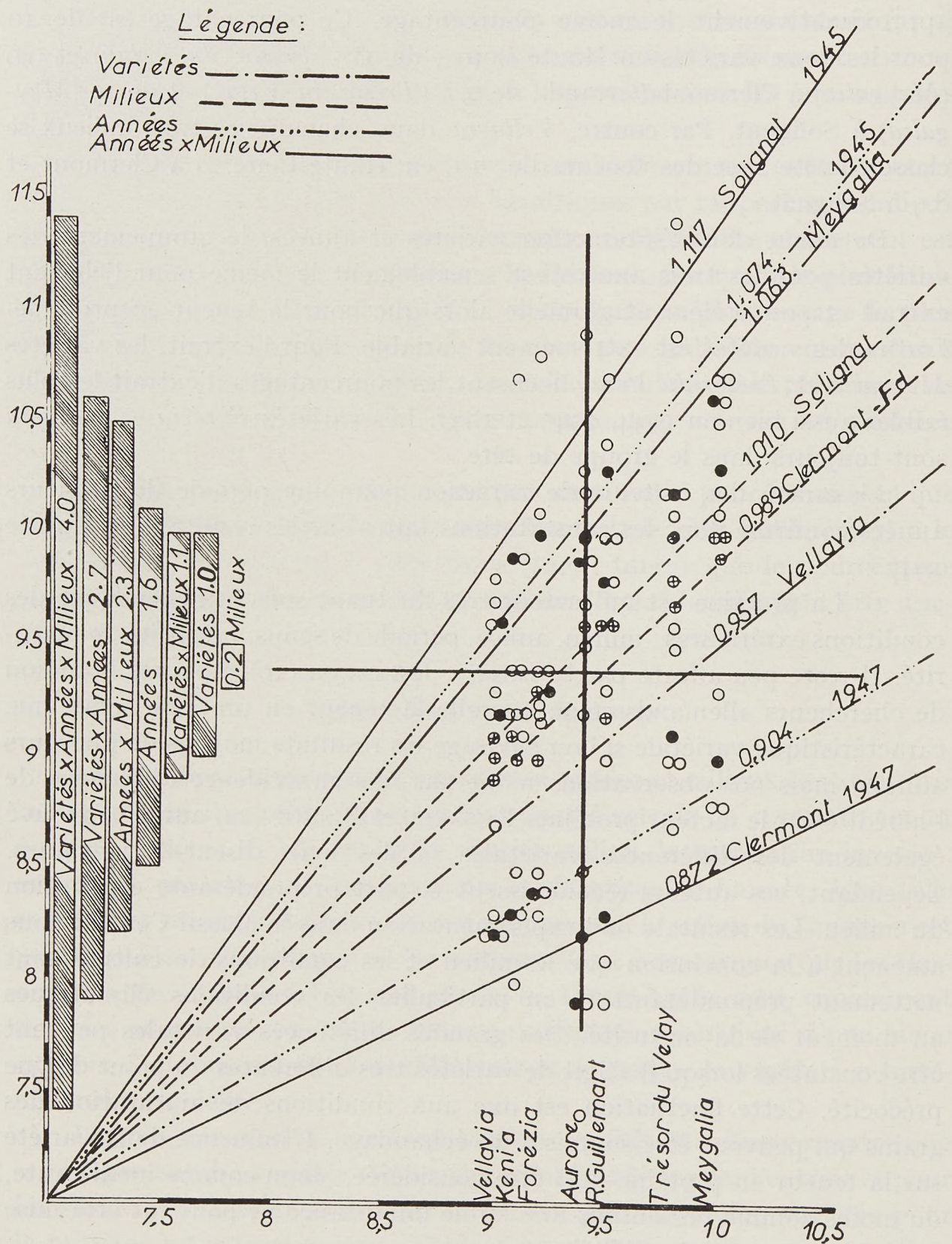


PLANCHE VI. — Fluctuation de la teneur en Glumelle, résultats de 3 milieux, 3 années, 7 variétés.
 L'importance des fluctuations pour chaque facteur de variation envisagé est représentée par les deux courbes extrêmes correspondantes.

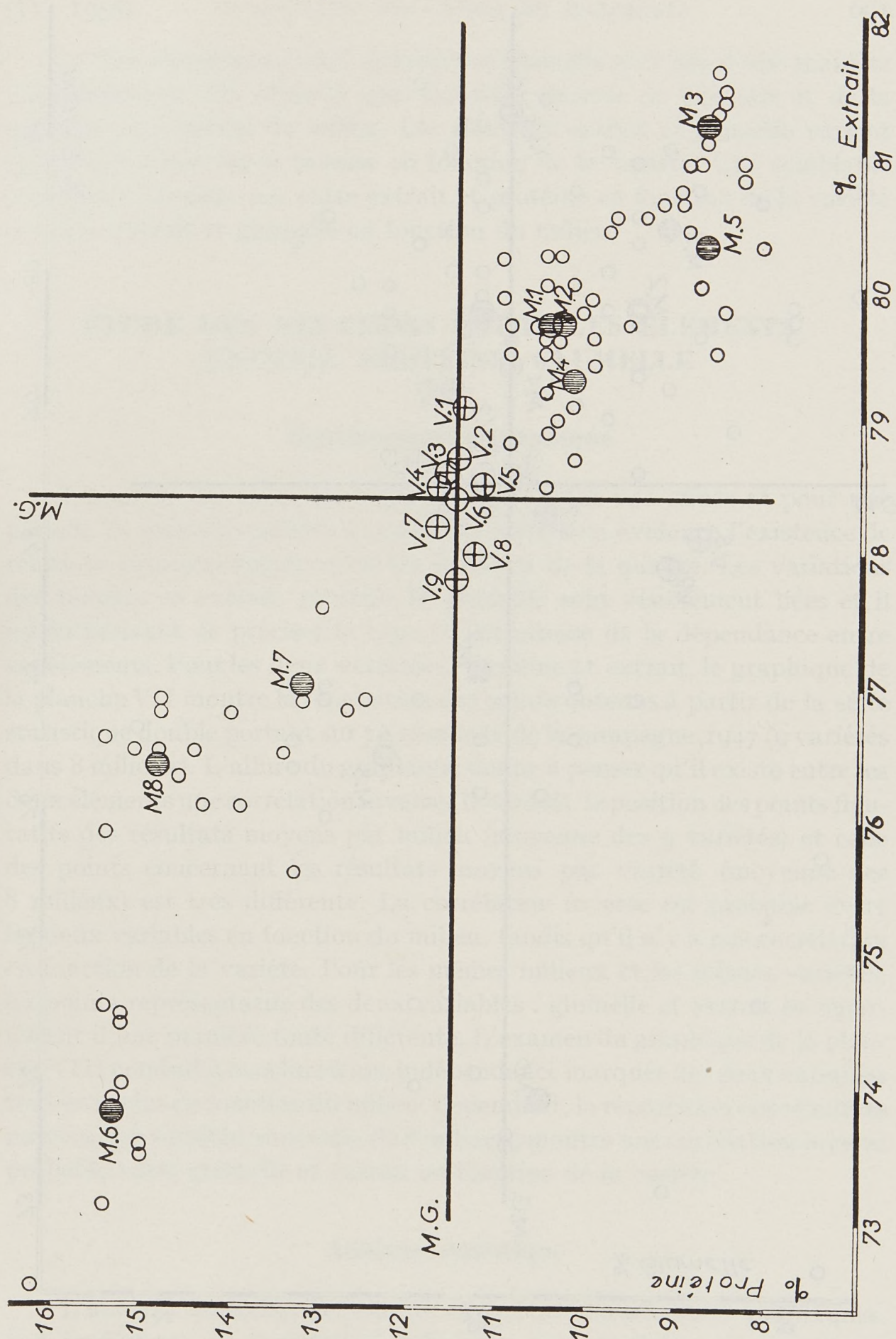


PLANCHE VII. — *Corrélation Extrait-Protéine*, année 1947.

Petits cercles simples : résultats élémentaires. Grands cercles hachurés : moyenne de 9 variétés par milieu. Grands cercles marqués d'une croix : moyenne de 8 milieus par variété. — *Milieus* : M 1, Le Ronzet ; M 2, Croustet ; M 3, St-Jean-de-Nay ; M 4, l'Herm de Cayres ; M 5, Trémoul ; M 6, Chanat ; M 7, Solignat ; M 8, Clermont-Ferrand. — *Variétés* : V 1, Vellavia ; V 2, Forézia ; V 3, Aurore ; V 4, Gloire du Velay ; V 5, René Guillemart ; V 6, Maya ; V 7, Kénia ; V 8, Meygalia ; V 9, Trésor du Velay.

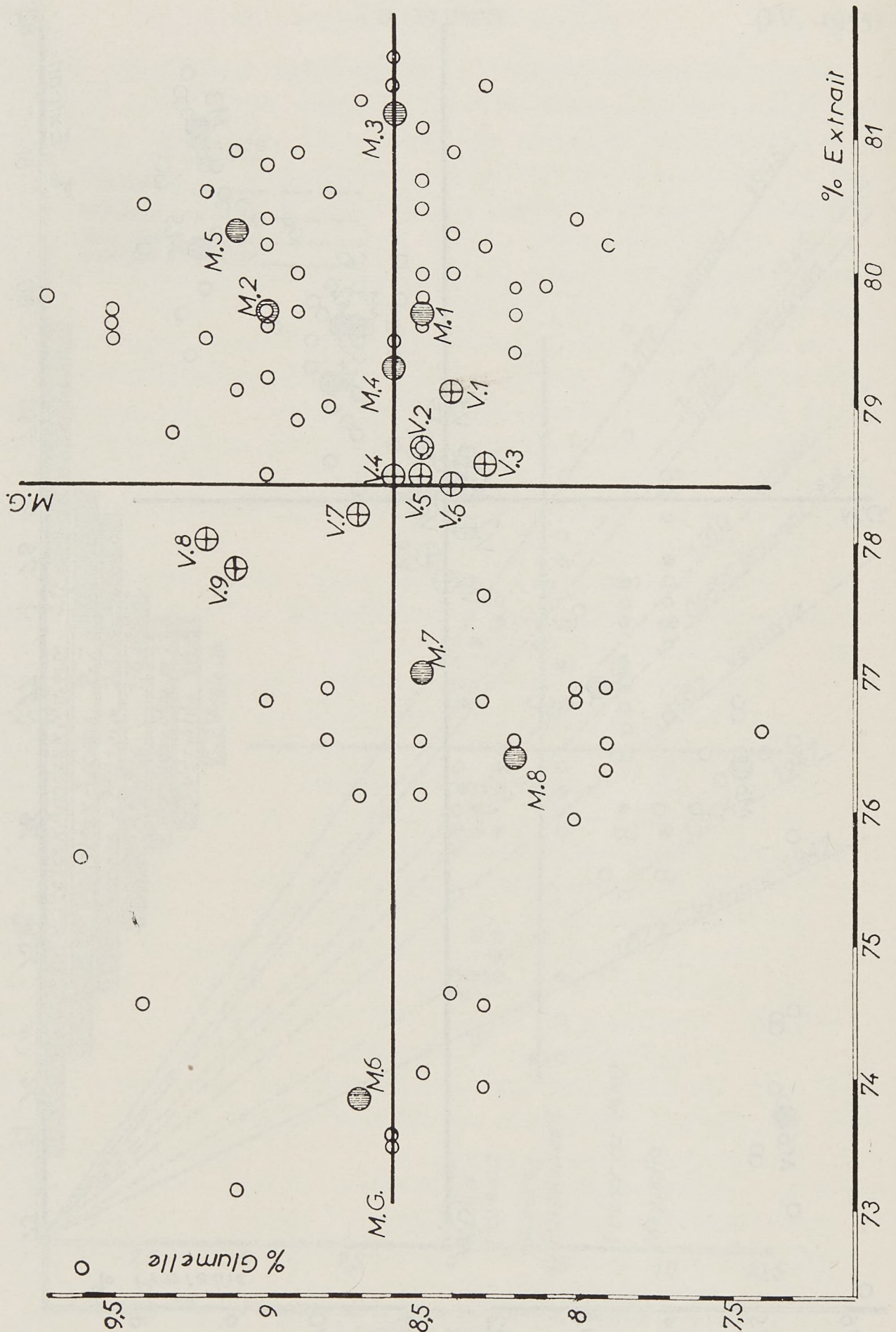


PLANCHE VIII. — *Corrélation Extrait-Glumelle, année 1947.*

Petits cercles simples : résultats élémentaires. Grands cercles hachurés : moyenne de 9 variétés par milieu. Grands cercles marqués d'une croix : moyenne de 8 milieux par variété. — *Milieux* : M 1, Le Ronzet ; M 2, Croustet ; M 3, St-Jean-de-Nay ; M 4, l'Herm de Cayres ; M 5, Trémoul ; M 6, Chantat ; M 7, Solignat ; M 8, Clermont-Ferrand. — *Variétés* : V 1, Vellavia ; V 2, Forézia ; V 3, Aurore ; V 4, Gloire du Velay ; V 5, René Guillemart ; V 6, Maya ; V 7, Kénia ; V 8, Meygalia ; V 9, Trésor du Velay.

3° Les éléments extrait, protéine et glumelle sont liés d'une manière caractéristique. On observe une variation inverse de l'extrait et de la protéine en fonction du milieu. Les éléments extrait et glumelle varient également d'une façon inverse en fonction de la variété. Une semblable corrélation n'existe pas entre extrait et protéine en fonction de la variété ni entre extrait et glumelle en fonction du milieu.

ÉTUDE DES RELATIONS ENTRE LES ÉLÉMENTS : EXTRAIT, PROTÉINE, GLUMELLE

Représentation graphique

L'analyse des résultats expérimentaux pour une année et pour une période de plusieurs années a permis de mettre en évidence l'existence de relations caractéristiques entre les éléments de la qualité. Les variations des teneurs en extrait, protéine et glumelle sont visiblement liées et il est intéressant de préciser le type et l'étroitesse de la dépendance entre ces éléments. Pour les deux variables : protéine et extrait, le graphique de la planche VII montre la répartition des points obtenus à partir de la série statistique double portant sur 72 résultats de la campagne 1947 (9 variétés dans 8 milieux). L'allure du graphique donne à penser qu'il existe entre les deux éléments une corrélation inverse. Toutefois, la position des points figuratifs des résultats moyens par milieu (moyenne des 9 variétés) et celle des points concernant les résultats moyens par variété (moyenne des 8 milieux) est très différente. La corrélation inverse est probable entre les deux variables en fonction du milieu, tandis qu'il n'y a pas corrélation en fonction de la variété. Pour les mêmes milieux et les mêmes variétés, les points représentatifs des deux variables : glumelle et extrait se répartissent d'une manière toute différente. L'examen du graphique de la planche VIII conduit à conclure à une indépendance marquée des deux variables tout au moins en fonction du milieu. Cependant, la répartition des résultats moyens par variétés (moyenne de 8 milieux) montre une corrélation inverse probable entre glumelle et extrait en fonction de la variété.

Analyse statistique

L'analyse statistique confirme et précise les résultats graphiques. Les coefficients de corrélation indiquent une *corrélation inverse étroite entre extrait et glumelle en fonction de la variété et entre extrait et protéine en fonction du milieu*. Il n'y a pas corrélation entre extrait et glumelle en fonction du milieu ni entre extrait et protéine en fonction de la variété (tableau V). Étant donné le nombre réduit d'observations, les coefficients

TABLEAU V
Étude des relations entre les éléments : Extrait, Protéine, Glumelle. Résultats récolte 1947

en fonction de Relation entre	Variété			Milieu		
	M — 2 = 7 t { P 0,01 = 3,499 P 0,05 = 2,365	Test $\rho = 0$	Corrélation transformée $6z = \frac{r}{\sqrt{N-3}}$	n — 2 = 6 t { P 0,01 = 3,707 P 0,05 = 2,477	Test $\rho = 0$	Corrélation transformée $6z = \frac{r}{\sqrt{N-3}}$
Extrait : Glumelle						
$\bar{y} = 8,6$ % Glumelle.....	Coefficients bxy = — 0,9876 bxy = — 0,666	P = 0,05 P = 0,01 Valeurs limites de r	z = 1,13 z = 2,77 z = 2,77	t 0,9431 0,9840	P = 0,05 P = 0,01 Valeurs limites de r	z = 0,37 z = 0,827 z = 0,827
$\bar{x} = 78,4$ % Extrait.....	r = — 0,8114 S	0,666 0,798 S	P = 0,01 S	0,9431 NS	0,707 0,834 NS	P = 0,41 NS
Extrait : Protéine	bxy = — 0,08695	Valeurs limites de r	z = 0,04	— 0,8859	Valeurs limites de r	z = 1,71
$\bar{y} = 11,5$ % Protéine.....	bxy = — 0,01666	0,666 0,798 NS	z = 0,098 z = 0,098	8,591	0,707 0,834 S	z = 3,82 z = 3,82
$\bar{x} = 78,4$ % Extrait.....	r = — 0,03806 NS	NS	P = 0,93 NS	6,553 S	S	P = 0,01 S

de corrélation figurant au tableau V ont été testés de façon à déterminer s'ils sont significativement différents de zéro :

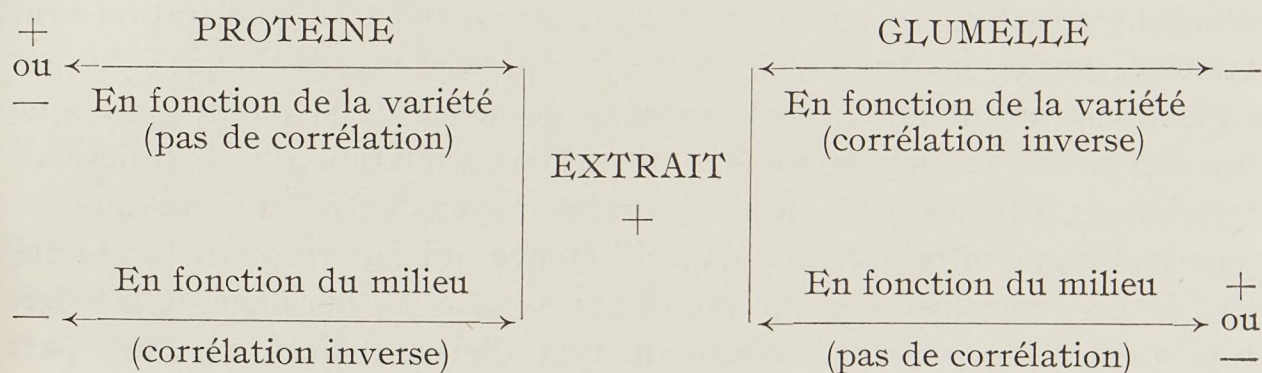
1° En faisant $\rho = 0$ et en utilisant la table des valeurs limites de r au seuil $P = 0,05$. Le critère t est obtenu par la formule

$$t = r \sqrt{(n-2)(1-r^2)}.$$

2° En utilisant le test Z (corrélation transformée) pour lequel

$$6\frac{1}{2} = \frac{1}{N-3}.$$

Il est évident que le terme *corrélation inverse* se rapporte aux valeurs absolues des variables envisagées. En fait, du point de vue qualitatif, il s'agit d'une corrélation directe ; les variétés à plus fortes teneurs en extrait ayant les plus faibles teneurs en glumelle et les milieux accusant les meilleures teneurs en protéine (pourcentages les plus faibles) présentant les pourcentages d'extrait les plus élevés. Les liaisons entre les éléments extrait, protéine, glumelle peuvent être schématisées simplement de la façon suivante :



L'existence de la liaison protéine et extrait est signalée par ISENBECK (16) qui la situe implicitement en fonction du milieu puisqu'il cite à ce propos les travaux de AUFHAMMER (2) sur la dépendance du taux de protéine sous l'influence des facteurs de l'environnement. La liaison protéine et extrait est également évoquée par CANS (8), cet auteur étudiant spécialement l'action de la fumure azotée sur la teneur en protéine, il s'agit là encore d'une action extérieure. Cependant, BERGAL (20) tout en reconnaissant que le schéma proposé précédemment est valable dans la majorité des cas, pense qu'une corrélation extrait-protéine peut exister *en fonction de la variété*, c'est-à-dire que certaines variétés peuvent présenter à la fois une forte teneur en extrait et en protéine. RUSSELL et BISHOP (22) signalent des différences de comportement entre les orges distiques et les formes à quatre et six rangs. Il convient donc de préciser que les relations dégagées dans ce mémoire entre les éléments de la qualité, si elles s'appliquent d'une façon satisfaisante aux variétés expérimentées, ne sauraient être généralisées *à priori* à l'ensemble des variétés d'orge.

ANALYSES DES PRINCIPAUX FACTEURS DE VARIATION DES ÉLÉMENTS DE LA QUALITÉ

Variations dues au climat

La teneur en protéine étant l'élément le plus largement tributaire des conditions de l'environnement, il est tentant d'essayer de dégager les principales modalités de sa variation. Il semble que l'élément climatique soit primordial, notamment l'importance et la répartition des précipitations, ainsi que l'utilisation par la plante des réserves en eau (AUFHAMMER 2). A Clermont-Ferrand, pour un groupe de 7 variétés, les teneurs moyennes en protéine sont de 15,7 en 1949 contre 12,2 en 1945. Cette différence importante ne peut être imputée aux quantités d'eau tombée durant la période semis-maturité, la précipitation totale étant de 190 mm pour les deux années. Toutefois, l'année 1949 est caractérisée par un lourd déficit pluviométrique pendant la période épiaison-maturité (8,6 mm contre 134,6 mm). Pour la même période, la température moyenne journalière est de 18°1 en 1949 contre 15°7 en 1945. La maturation brutale déterminée en 1949 par les fortes températures et le manque de précipitations durant une période critique de la vie de la plante provoque une teneur élevée en protéine. Ce fait est en corrélation avec la différence très importante des poids de 1 000 grains moyens entre les deux années : 36,1 en 1949 contre 51,1 en 1945, différence qui fait ressortir la gravité de l'échaudage physiologique pour l'année 1949. Le décalage de la végétation entre les milieux de plaine du type Clermont-Ferrand, d'une part et les milieux d'altitude du plateau basaltique du Velay, d'autre part n'a pas joué favorablement pour ces derniers en 1949. En effet, la sécheresse et les fortes températures se sont prolongées durant le mois de juillet. La récolte a été très dépréciée qualitativement par ces conditions climatiques anormales. Les teneurs en protéine sont donc exceptionnellement élevées en 1949 pour le plateau basaltique. Le milieu de Trémoul situé en sol plus profond et plus frais présente seul des teneurs se rapprochant de la normale. La possibilité d'une meilleure utilisation des réserves en eau a un rôle très important dans d'autres milieux. C'est ainsi que les milieux de Clermont-Ferrand et de Montaignet situés en terre de Limagne et dans les conditions climatiques très voisines accusent des teneurs en protéine très différentes. Clermont-Ferrand, avec une nappe phréatique anormalement basse présente une teneur moyenne de 15,7 contre 9,8 à Montaignet où la nappe d'eau est beaucoup plus superficielle. L'année 1952 est très intéressante également en raison des résultats inhabituels constatés sur le plateau basaltique. La sécheresse printanière et estivale et les températures élevées de juin et juillet ont déterminé, d'une façon

générale, une diminution très nette du rendement et de la qualité. Certains milieux de plaines ou de coteaux à sols profonds et disposant de réserves importantes en eau ont été beaucoup moins désavantagés que les milieux du plateau basaltique à sol superficiel. D'autre part, le déficit pluviométrique n'a pas une répercussion aussi intense à Clermont-Ferrand par exemple où la récolte a eu lieu au début de juillet, qu'en situation d'altitude où la sécheresse et les fortes températures sont intervenues pendant la période épiaison-maturité par suite du décalage de la végétation. Les conditions climatiques de la campagne 1952 ont donc été particulièrement défavorables aux milieux de la Haute-Loire par suite de l'échaudage très grave qu'elles ont provoqué. Cette action s'est manifestée durant la période de maturation car il est à noter que les cultures au stade épiaison laissaient espérer un rendement élevé. En opposition aux années 1949 et 1952, la campagne 1953 a permis, dans le Massif Central, une récolte d'orge remarquable tant du point de vue quantitatif que qualitatif. La pluviosité abondante du mois de juin (115 mm à Clermont-Ferrand, 145 mm au Puy) a été très favorable aux rendements élevés aussi bien en plaine qu'en situation d'altitude où des rendements exceptionnels sont atteints. Pour ces derniers milieux, les conditions très régulières de la maturité, une période épiaison-maturité relativement humide et sans coups de chaleur permettent une récolte à faible pourcentage de protéine. La supériorité qualitative du plateau basaltique est rétablie. Les 5 milieux du plateau (Le Ronzet, Croustet, St-Jean-de-Nay, Trémoul, Talizat) donnent pour 10 variétés (*Gloire du Velay*, *Vellavia*, *Forézia*, *Etoile du Velay*, *Ponote*, *René Guillemart*, *A. Busser*, *A. Bungener*, *Rika* et *Kénia*) une teneur moyenne de 9,9 soit inférieure en valeur absolue de 2,3 unités sur la teneur moyenne observée pour 5 milieux de plaine ou de coteaux (Clermont-Ferrand, Monteignet, Balbigny, La Faye, Solignat). Corrélativement, le pourcentage d'extrait est supérieur de 1,9 unité sur le plateau basaltique. D'autre part, il convient de faire ressortir la grande homogénéité du plateau basaltique pour lequel les fluctuations entre les milieux extrêmes sont de 0,9 unité pour la protéine et 1 unité pour l'extrait. Les variations correspondantes pour les milieux de plaine sont de 2,6 et 2,1 unités.

Action de la fumure

En dehors des facteurs de climat, la fumure est un élément important du milieu. Une fumure déséquilibrée peut provoquer une augmentation de la teneur en protéine. Solignat, milieu de coteaux amène régulièrement des récoltes supérieures qualitativement à celles de Clermont-Ferrand. Cependant, en 1945, année pour laquelle une fumure nettement déséquilibrée provoque une verse très grave, le pourcentage de protéine est anor-

malement élevé et dépasse la teneur moyenne observée à Clermont-Ferrand. De nombreux essais ont été faits sur l'action de la fumure azotée sur la teneur en protéine du grain. Rappelons notamment à ce sujet les études de RUSSELL et BISHOP (22) en Angleterre, de COPP et BOHL (13) en Allemagne, VAN GODTSENHOVEN (12) en Belgique. En France, des essais analogues ont été réalisés par les Stations agronomiques : BURGEVIN (6-7) ; ainsi qu'à la SECOBRAH (23) par CANS (8). Les résultats concordants de ces différents essais indiquent qu'un apport payant d'azote n'entraîne pas une augmentation notable de la teneur en protéine. Des doses d'azote de 45 à 50 kg/ha peuvent être appliquées en épandage précoce sur des variétés résistantes à la verse sans amener une dépréciation qualitative de la récolte. L'action de l'azote reste très fortement liée aux facteurs de climat et à l'équilibre général de la fumure. Le taux de protéine peut être augmenté par des applications tardives d'azote ou dans le cas de semis tardif. En 1953, un essai d'engrais a été réalisé sur le plateau basaltique pour 21 variétés ⁽¹⁾. Les traitements sont les suivants, l'épandage ayant lieu au semis :

- a) traitements sans engrais ;
- b) 300 kg de 5-10-10 à l'ha ;
- c) 300 kg de 5-10-10 à l'ha + 15 kg d'azote ;
- d) 300 kg de 5-10-10 à l'ha + 30 kg d'acide phosphorique.

L'apport de 30 kg d'azote (traitement c) détermine une augmentation de rendement à l'ha de 9,3 qx sur le traitement a ; de 4 qx sur le traitement b ; de 3,1 qx sur le traitement d. La plus-value de récolte diminue légèrement si l'on envisage le rendement industriel ⁽²⁾ ; la dose forte en azote ayant déterminé un pourcentage de déchet plus élevé. Cette action défavorable de l'azote sur le rendement industriel semble pouvoir être corrigée par un apport complémentaire d'acide phosphorique. Dans les essais ultérieurs un tel traitement supplémentaire sera envisagé. L'augmentation du taux de protéine n'est que de 0,8 unité vis-à-vis du traitement à teneur la plus faible (15 kg d'azote). L'excédent, en ce qui concerne la teneur en glumelle, n'est que de 0,2 unité.

Action de la variété

Au point de vue variétal, nous avons vu que les différences observées entre les variétés n'étaient pas significatives. Il est impossible, tout au moins pour les variétés en essai d'opérer un classement pour la teneur

⁽¹⁾ *Gloire du Velay, Forézia Vellavia, Etoile du Velay, Ponote, R. Guillemart, A. Busser, A. Bungere, Rika, Kénia, Alsace, Agio, Saxonia, Balder, Herta, Maya, Rivale, Ymer, Sarah, Hanna de Rimpau, Population Haute-Loire.*

⁽²⁾ Le rendement industriel est déterminé en diminuant le rendement agronomique de la partie de la récolte inutilisable par l'industrie ou déchet. Le pourcentage de déchet est la fraction de la récolte qui passe à la grille 2,2 du tamis STEINHECKER.

en protéine. Cependant, suivant les conditions générales de l'année, les réactions variétales peuvent être légèrement différentes. La précocité des variétés peut jouer un rôle favorable en permettant à certaines d'entre elles d'échapper en partie aux facteurs de climat déterminant une maturation brutale.

L'extrait et la teneur en glumelle sont des caractéristiques variétales. Cependant, la variation de ces éléments reste tributaire pour une grande part des conditions extérieures. Étant donné la corrélation étroite existant entre les éléments extrait et protéine en fonction du milieu, il est évident que toute action extérieure augmentant le pourcentage de protéine détermine une diminution de la teneur en extrait. A l'intérieur des différents milieux, la hiérarchie des variétés ne subit pas de modification. Les fluctuations de l'extrait peuvent être comparées, dans une certaine mesure, aux variations de la force boulangère des blés, caractéristique éminemment variétale mais très dépendante des conditions extérieures. Il va de soi que ce rapprochement n'est valable qu'à ce point de vue, les variations de l'extrait de l'orge et de la force boulangère du blé n'étant pas du tout influencées dans le même sens par les facteurs de l'environnement.

La finesse déterminée pratiquement par la teneur en glumelle est une bonne caractéristique variétale. Ce fait est confirmé par l'existence d'une corrélation assez étroite entre les facteurs extrait et glumelle en fonction de la variété. Toutefois, pour une série de variétés et de milieux, on peut observer des fluctuations assez importantes suivant les conditions de l'année. D'autre part, une fumure azotée tardive, une verse grave, déterminent une augmentation de la teneur en glumelle. Le test de la proportion de glumelle est une indication pratiquement suffisante, mais, il est certain qu'il y a lieu de tenir compte comme le pense BERGAL (20) de la texture de la pellicule et de son mode d'adhérence à l'amande, de la forme et de la grosseur du grain (MENERET (17)). La forme allongée du grain a été longtemps considérée comme étant incompatible avec de faibles teneurs en glumelle. Cependant les effets défavorables de la forme allongée peuvent être compensés par la grosseur du grain. Les résultats obtenus dans 61 champs d'essais du Massif Central durant la période 1950-1954 montrent que deux variétés de forme et de grosseur très différentes ont une teneur en glumelle identique. Le pourcentage de glumelle de 8,7 est obtenu avec *Gloire du Velay*, variété à grain allongé qui présente un poids de 1 000 grains élevé de 49 g, et avec *René Guillemart*, variété à grain plus arrondi mais à poids de 1 000 grains faible, 38 g (tableau VI). L'obtention de faibles teneurs en glumelle peut donc être atteinte à partir de variétés à grains allongés en augmentant la finesse et la forme renflée du grain. Un bon exemple est fourni par la variété *Etoile du Velay* obtenue à partir de *Trésor du Velay* et de *Kénia*. Pour la

TABLEAU VI

Poids de 1 000 grains et teneurs en glumelle

	Poids de 1000 grains					Moy. 5 ans	Teneur en glumelle					Moy. 5 ans
	1954	1953	1952	1951	1950		1954	1953	1952	1951	1950	
Années	14	12	13	12	10	61	14	12	13	12	10	61
Nombre d'essai	55	49	45	48	50	49	8,4	8,6	9,0	8,8	8,8	8,7
<i>Gloire du Velay</i>	44	39	35	36	38	38	8,4	8,5	8,8	9,0	8,8	8,7
<i>R. Guillemard.</i>	49	43	38	39	43	42	7,6	7,8	8,1	8,2	8,4	8,0
<i>Étoile du Velay</i>												

même série d'essais précédemment citée le poids de 1 000 grains moyen de cette variété est de 42 g pour une teneur en glumelle de 8. En résumé, la teneur en glumelle est une caractéristique héréditaire. Le milieu intervient surtout par l'action des conditions extérieures sur la nutrition du grain. Par voie de conséquence la réaction de la variété est nettement conditionnée par son adaptation au milieu de culture. Le milieu intervient plus faiblement et différemment sur la teneur en glumelle que sur les teneurs en protéine et en extrait.

Notion de cru d'orge

La comparaison entre les résultats obtenus sur le plateau basaltique du Velay et les résultats de Clermont-Ferrand permet de préciser la notion de cru d'orge (20-24-25). Il convient de signaler que le terme de cru d'orge est employé dans un sens nettement géographique ou plus exactement écologique et non génétique comme l'entendait BLARINGHEM (5). Le cru d'orge du plateau basaltique du Velay est situé en milieux d'altitude (600 à 1 200 mètres) sur terre d'origine volcanique provenant de la décomposition des basaltes et des scories. Les sols sont généralement superficiels et le faible volume de terre arable est un obstacle à la constitution d'une réserve d'eau importante. Les sols sont fertiles, physiquement bien constitués, à forte proportion d'argile. Ils sont riches en acide phosphorique, assez riches en potasse et très pauvres en calcaire quoique leur pH soit voisin de la neutralité. Les précipitations annuelles sont de l'ordre de 800 mm et présentent un maximum en mai-juin et un maximum en octobre-novembre. Les précipitations estivales déterminent en grande partie l'abondance de la récolte. Elles peuvent revêtir un caractère orageux amenant une répartition irrégulière et brutale pouvant favoriser le ruissellement. Aux altitudes de 800 à 1 000 mètres, la moyenne annuelle des températures est de 7°, ce qui correspond aux isothermes observés au Danemark et dans le sud de la Suède. Les gelées s'étendent de novembre à fin mai avec une moyenne de 100 jours par an à 680 m et de 150 jours à 1 400 m d'altitude. Enfin, le plateau basaltique est largement

fréquenté par le vent qui souffle en moyenne 200 jours par an. Des vents violents s'installant de mars à juin peuvent provoquer une évaporation intense. L'action des vents et l'inexistence de réserves d'eau importantes peuvent favoriser la sécheresse. Des caractéristiques générales rappelées ci-dessus (SCHAD et MAYER (24), ABIBON (1)), il ressort que le plateau basaltique du Velay constitue un milieu original par son altitude, son sol et son climat.

La comparaison de trois variétés : *Vellavia*, *R. Guillemart*, *Kénia* à Clermont-Ferrand et dans un milieu du plateau basaltique (Le Ronzet ou Croustet) pendant la période 1944-1953 est faite au tableau VII pour l'extract, la protéine et la teneur en glumelle. Les moyennes générales font ressortir un excédent de protéine de 1,8 unité pour Clermont-Ferrand et un déficit de 1 unité pour ce même milieu pour la teneur en extract. Les teneurs moyennes en glumelle sont les mêmes pour les deux milieux (8,6). Si l'on examine les moyennes annuelles des deux milieux pour les trois variétés considérées, on constate que toutes les années sont favorables au milieu du plateau basaltique pour la protéine à l'exception de l'année 1952 dont le caractère anormal a été signalé au cours de cette étude. En raison de la liaison corrélatrice entre les éléments protéine et extract en fonction de l'année, la différence entre les teneurs en extract est défavorable pour le milieu du plateau basaltique pour la seule année 1952.

Les différences qualitativement favorables au plateau basaltique sont très importantes pour la protéine puisqu'elles peuvent être de 4,2 unités (années 1947 et 1953). Il en est de même pour l'extract pour lequel un excédent de 3,3 unités en faveur du plateau basaltique est observé en 1947. La variation de la teneur en glumelle est toute différente puisque pour les années 1953, 1950, 1948, 1947, 1944 les différences entre les deux milieux sont favorables à Clermont-Ferrand tandis qu'elles sont défavorables à ce milieu pour les années 1951, 1949 et 1945. Il est à remarquer d'ailleurs que ces différences ne sont jamais très importantes. L'expérimentation sur une période de 10 années fait donc ressortir la supériorité qualitative du milieu du plateau basaltique sur le milieu de Clermont-Ferrand. Le plateau basaltique présente régulièrement des teneurs en protéine plus faibles et des pourcentages en extract plus élevés, les différences pouvant être importantes entre les deux milieux. La protéine et corrélativement l'extract sont sous la dépendance étroite du milieu et des conditions de l'année. Il n'en va pas de même pour la teneur en glumelle dont la variation est toute différente. La supériorité qualitative du milieu du plateau basaltique est encore mise en relief par les résultats de l'expérimentation de dix variétés : *Meygalia*, *Gloire du Velay*, *Trésor du Velay*, *Forézia*, *Vellavia*, *Kénia*, *R. Guillemart*, *Maya*, *Aurore* et *Hanna de Rimpau* au cours de la période 1944-1945 et 1947. La teneur moyenne en protéine est de 11 p. 100 en Haute-Loire contre 12,5 p. 100 à Clermont-

TABLEAU VII
Comparaison des milieux de Clermont-Ferrand et du plateau Basaltique
Période 1944-1953

Variétés	1953		1952		1951		1950		1949		1948		1947		1946		1945		1944		M. 10 An.	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
PROTEÏNE																						
Vellavia	12,8	8,8	11,8	16,9	12,4	9,7	13,7	9,9	16,7	15,0	13,3	9,6	14,8	11,0	11,6	9,4	12,9	10,9	11,8	12,5	13,2	11,4
R. Guillemart	13,0	8,6	12,6	16,4	12,3	9,1	12,4	9,6	15,0	13,9	13,1	9,5	14,6	10,0	11,5	10,0	11,9	10,6	11,9	12,7	12,8	11,0
Kénia	13,0	8,8	12,3	15,9	12,2	9,6	14,1	9,5	15,4	15,1	12,3	9,4	14,8	10,4	11,3	10,3	11,2	11,5	12,9	12,5	13,0	11,3
Moyennes :	12,9	8,7	12,2	16,4	12,3	9,7	13,4	9,5	15,7	14,7	12,9	9,5	14,7	10,5	11,5	9,9	12,0	11,0	12,2	12,6	13,0	11,2
M2 — M1	— 4,2		+ 4,2		— 2,8		— 3,7		— 1,0		— 3,4		— 4,2		— 1,6		— 1,2		+ 0,4		+ 1,8	
EXTRAIT																						
Vellavia	77,8	79,4	77,0	72,5			75,5	79,7			76,8	80,7	76,5	79,9	77,0	80,4	78,8	79,8	79,3	79,8	77,3	79,0
R. Guillemart	77,1	78,6	76,4	72,1			76,5	77,4			78,0	80,2	76,3	79,9	78,5	80,1	78,7	79,7	79,1	78,8	77,6	78,4
Kénia	77,2	78,4	76,4	72,3			77,7	79,2			78,6	80,2	76,8	79,6	78,9	79,5	79,0	78,9	78,5	78,5	77,9	78,3
Moyennes :	77,4	78,8	76,6	72,3			76,6	78,8			77,8	80,4	76,5	79,8	78,1	80,0	78,8	79,5	79,0	79,0	77,6	78,1
M2 — M1	+ 1,4		— 4,3				+ 2,2				+ 2,6		+ 3,3		+ 1,9		+ 0,7		0		— 1,0	
GLUMELLE																						
Vellavia	7,7	8,1	8,0	8,3	8,7	8,2	7,9	8,4	9,2	7,7	8,5	8,8	8,2	8,2			9,6	9,3	9,2	9,7	8,6	8,5
R. Guillemart	7,9	8,3	8,1	8,1	8,4	8,3	8,1	8,2	8,5	7,3	8,2	9,5	7,9	8,1			9,8	10,7	10,0	10,0	8,5	8,7
Kénia	8,0	8,3	8,4	8,3	8,1	8,4	8,3	8,5	9,1	7,4	8,1	9,0	8,0	8,5			9,9	9,2	9,4	9,2	8,6	8,5
Moyennes :	7,8	8,2	8,2	8,2	8,4	8,3	8,1	8,4	8,9	7,5	8,3	9,1	8,0	8,3			9,8	9,7	9,5	9,6	8,6	8,6
M2 — M1	+ 0,4		0		— 0,1		+ 0,3		— 1,4		+ 0,8		+ 0,3				— 0,1		+ 0,1		0	

1 : Clermont-Ferrand.
2 : Plateau basaltique

Ferrand. Cette différence de 1,5 unité en faveur de la Haute-Loire s'accompagne d'un excédent de 1,4 unité pour la teneur en extrait, pour des teneurs en glumelle du même ordre (tableau VII).

On remarque que les écarts extrêmes en pourcentage des moyennes générales observées dans chacun des milieux sont de même ordre pour

TABLEAU VIII

*Comparaison des milieux de Clermont-Ferrand
et du plateau basaltique du Velay. Période 1944-1947*

	Clermont-Fd		Haute-Loire		Clermont-Fd		Haute-Loire		Clermont-Fd		Haute-Loire	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Maya	78,8	100	79,9	101,0	12,2	103,3	10,8	91,5	9,1	98,0	9,1	98,0
Aurore	78,5	99,5	79,8	101,2	12,4	105,0	11,4	96,6	9,2	99,0	9,6	103,0
Forézia	78,0	98,9	79,9	101,3	12,5	106,0	10,7	90,6	9,2	99,0	9,0	96,7
Kénia	78,8	100	79,1	100,3	12,5	106,0	11,3	95,7	9,1	98,0	9,0	96,7
Vellavia	77,9	98,8	80,0	101,5	12,8	108,4	11,0	93,2	9,0	96,7	9,1	98,0
R. Guillemart	78,1	90,0	79,6	101,0	12,5	106,0	11,1	94,0	9,2	99,0	9,6	103,0
Gloire du Velay...	78,2	99,2	79,4	100,7	12,3	104,2	10,9	92,3	9,0	96,7	9,3	100,0
Hanna de Rimpau.	77,7	98,6	79,7	101,1	12,2	103,3	11,0	93,2	8,9	95,6	9,2	99,0
Trésor du Velay...	77,4	98,2	78,9	100,1	12,6	106,7	10,8	91,5	8,7	104,0	10,0	107,5
Meygalia	77,5	98,3	78,7	99,8	13,2	111,8	11,1	94,0	10,0	107,5	10,0	107,5
Moyenne.....	78,1		79,5		12,5		11,0		9,2		9,4	
Moyenne générale.		78,8				11,8				9,3		
Ecarts extrêmes en % de la moyenne générale	1,8		1,7		8,5		6,0		11,9		10,8	
	Extrait				Protéine				Glumelle			

1 : Valeur absolue

2 : En pourcentage de la moyenne générale

l'extrait (1,8 et 1,7) et les glumelles (11,9 et 10,8). Ils sont beaucoup plus différents pour la protéine plus directement dépendante du milieu, le milieu du plateau basaltique n'accusant qu'un écart extrême de 6,0, alors que cet écart est de 8,5 pour Clermont-Ferrand. Le tableau IX donne les différences entre les deux milieux pour chacune des variétés en essai et pour la période 1944-1947. Les différences variétales entre les deux milieux sont toutes positives en ce qui concerne l'extrait et toutes négatives pour le pourcentage de protéine alors que pour les glumelles, les différences sont nulles ou de signes contraires. La supériorité du milieu du plateau basaltique pour la protéine et corrélativement pour l'extrait est valable quelle que soit la variété envisagée. Toutefois, des variétés telles que *Meygalia*, *Trésor du Velay*, *Vellavia* et *Forézia* présentent des écarts plus importants (1,8 à 2,1) pour le pourcentage de protéine que les autres variétés

TABLEAU IX

Comparaison de dix variétés dans les milieux de Clermont-Ferrand et
du plateau basaltique du Velay
Période 1944-1947

	Maya	Aurore	Forézia	Kénia	Vellavia	René Guillemart	Gloire du Velay	Hanna de Rimpau	Trésor du Velay	Meygalis	
Hte-Loire	79,9	79,8	79,9	79,1	80,0	79,6	79,4	79,7	78,9	78,7	Extrait
Clermont-Fd	78,8	78,5	78,0	78,8	77,9	78,1	78,2	77,7	77,4	77,5	
(1).....	+ 1,1	+ 1,3	+ 1,9	+ 0,3	+ 2,1	+ 1,5	+ 1,2	+ 2,0	+ 1,5	+ 1,2	Pro- téine
Hte-Loire.....	10,8	11,4	10,7	11,3	11,0	11,1	10,9	11,0	10,8	11,1	
Clermont-Fd	12,2	12,4	12,5	12,5	12,8	12,5	12,3	12,2	12,6	13,2	Glu- melle
(1).....	- 1,4	- 1,0	- 1,8	- 1,2	- 1,8	- 1,4	- 1,4	- 1,2	- 1,8	- 2,1	
Hte-Loire	9,1	9,6	9,0	9,0	9,1	9,6	9,3	9,2	10,0	10,0	
Clermont-Fd	9,1	9,2	9,2	9,1	9,0	9,2	9,0	8,9	9,7	10,0	
(1).....	0	+ 0,4	- 0,2	- 0,1	+ 0,1	+ 0,4	+ 0,3	+ 0,3	+ 0,3	0	

(1) Différence Haute-Loire Clermont-Ferrand.

(1 à 1,4). On en déduit que de telles variétés sont particulièrement bien adaptées au milieu du plateau basaltique alors que leur adaptation au milieu de Clermont-Ferrand laisse à désirer. D'une façon générale, les conditions climatiques en Haute-Loire permettent une maturité plus régulière déterminant des teneurs plus faibles en protéine et, de ce fait, des pourcentages d'extrait plus élevés. Le plateau basaltique donne régulièrement des récoltes de qualité supérieure. Ce milieu constitue une région à vocation brassicole, un cru d'orge dont la réputation est d'ailleurs très ancienne. La culture, dans ce milieu, de variétés bien adaptées telle que *Gloire du Velay* issue de la population locale ; de *Ponote* et d'*Etoile du Velay* obtenues par croisement entre *Kénia* et *Trésor du Velay*, a permis de maintenir la qualité tout en augmentant, d'une manière très importante, les possibilités de rendement. Les trois variétés citées, tout en assurant un rendement agronomique et industriel plus élevé et plus régulier que les variétés étrangères, ont une qualité comparable à celle des meilleures variétés brassicoles actuelles.

CONCLUSION

Les éléments essentiels de la qualité technologique des orges de brasserie : « extrait », « protéine », « glumelle » sont interdépendants. Les fluctuations de chacun des éléments sont très différentes.

L'extrait et la teneur en glumelle sont des caractères variétaux tandis que les taux en protéine ne varient pas d'une manière significative

pour les variétés en essai. Le milieu agit d'une façon prépondérante sur la teneur en protéine. Corrélativement, son action est très marquée sur la teneur en extrait. Le pourcentage de glumelle est influencé, d'une façon pratiquement identique, par le milieu et la variété.

Les teneurs en extrait et en protéine sont en corrélation inverse étroite en fonction du milieu. On observe une corrélation semblable entre extrait et glumelle en fonction de la variété.

Les facteurs de l'environnement qui ont l'action la plus marquée sur la teneur en protéine relèvent du climat. Les températures élevées et le déficit pluviométrique durant la période épiaison-maturité et, d'une façon générale, tous les facteurs physiologiques ou pathologiques déterminant une maturation brutale provoquent une augmentation du taux de protéine et par suite une diminution du pourcentage d'extrait. L'action du milieu sur la teneur en glumelle est marquée par son influence sur la nutrition du grain.

Dans le cadre du Massif Central, le milieu des plateaux basaltiques de la Haute-Loire donne régulièrement des orges de qualité supérieure à celles récoltées dans les autres milieux. Les conditions de climat déterminant une végétation et une maturation régulières font des plateaux du Velay une région à vocation brassicole. L'étroite dépendance de la qualité industrielle des orges vis-à-vis des facteurs de climat, amène à la notion de cru d'orge. Le fait que des orges de qualité peuvent être obtenues dans les régions très différentes quant à la situation géographique, à la nature des sols, à l'altitude, aux pratiques culturales, conduit à penser que ces régions présentent une certaine unité due au climat. La qualité des orges des différents crus français résulte des conditions climatiques pouvant varier suivant les régions considérées, mais déterminant dans les milieux respectifs une action favorable sur la maturité. Il va de soi, cependant, que le milieu n'est pas seul en cause et que la qualité n'est pas obtenue automatiquement dans un milieu donné avec n'importe quelle variété. Les résultats négatifs observés en France et particulièrement dans le cru du Velay par l'introduction de variétés étrangères montrent que la qualité optimum est obtenue avec des variétés bien adaptées au milieu. Cette bonne adaptation est, par ailleurs, indispensable pour l'obtention de rendements agronomiques élevés et réguliers.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) ABIBON (L.). — Les orges du Velay. Importance et caractéristiques de la production. Son amélioration. *Agriculture moderne et pratique*. Le Puy 1952.
- (2) AUFHAMMER (G.). — *Tageszeitung für Brauerei*, **34**, 1936.
- (3) BISHOP (L. R.). — *Journal of Institute of Brewing*, **34**, 1928.

- (4) BISHOP (L. R.) et DAY (F. E.). — *Journal of Institute of Brewing*, **39**, 1933.
 - (5) BLARINGHEM (L.). — Études sur l'amélioration des crus d'orges de brasserie. Paris 1910.
 - (6) BURGEVIN (H.) et SARAZIN (J.). — Observations sur la fumure azotée de l'orge de brasserie. *Le Sélectionneur*, Vol. VIII, Fasc. I, 1939.
 - (7) BURGEVIN (H.). — La fumure azotée de l'orge de brasserie. *C. R. acad. Agr.*, **26**, 1940.
 - (8) CANS (D.). — Effets d'une forte fumure azotée sur une orge de brasserie résistante à la verse. *Bulletin des engrais*, n° 278, sept. 1946.
 - (9) ENDERS (C.), SAJI (T.), SCHNEEBAUER (F.). — *Wchschr f. Brauerei*, **55**, 1938.
 - (10) FINK (H.). — *Wchschr f. Brauerei*, **54**, 1937.
 - (11) FINK (H.) et KUNISCH (G.). — Composition des matières azotées de différentes variétés d'orges. Leur modification pendant la maturation et la germination, leur importance pour le degré de solubilisation de l'azote. *Traduction Brasseur français*, août 1938. *Wchschr f. Brauerei*, **54**, 1937.
 - (12) GODTSENHOVEN (E.M. Van), VERMEYLEN (J.). — Recherches sur la valeur culturale et brassicole des orges indigènes et exotiques. Rapports 1934 à 1939, Gand.
 - (13) GOPP (K.), BOHL (H.). — Essai de culture d'orges de printemps. *Brasseur français*, octobre 1938, *Brauer u. Hopf. Zeit.*, 1938.
 - (14) HOFMAN-BANG (G.). — *Journal of the Institute of Brewing*, **37**, 1931.
 - (15) HOPKINS (R. H.). — *Journal of the Institute of Brewing*, **41**, 1935.
 - (16) ISENBECK (K.). — Dans *Handbuch der Pflanzenzuchtung*. ROEMER (Th.) et RUDORF (W.), Berlin 1940.
 - (17) MENERET (G.). — Finesse de l'orge de brasserie. *Annales de technologie agricole*. T. I, 1938.
 - (18) OSBORNE. — *Die Proteide*. Heidelberg, 1897.
 - (19) PAWLOWSKI (F.). — Les méthodes d'analyse en brasserie. Paris 1931.
 - (20) PLUMET (H.). — Le problème de l'orge au point de vue brassicole et fourrager. Rapport journées nationales d'études théoriques et pratiques : semences. *Brochure Commission des semences et des progrès techniques de la production des céréales*. Cf. intervention BERGAL.
 - (21) RAUX (J.). — Les enveloppes de l'orge. *Brasseur français*, août 1937.
 - (22) RUSSELL (E. J.) et BISHOP (L. R.). — Investigations on Barley. *Journal of Institute of Brewing*, **39**, 1933.
 - (23) SECOBRAH. — Rapports annuels.
 - (24) SCHAD (C.) et MAYER (R.). — Les orges du Puy. *Le Sélectionneur*, Vol. VII, fasc. 2.
 - (25) SCHAD (C.) et PLUMET (H.). — Amélioration des orges de Brasserie dans le Massif Central. *Agriculture moderne et pratique*. Le Puy 1952.
 - (26) SCHULZ (K. G.) et KUNISCH (G.). — Les enveloppes des grains d'orge. *Brasseur français*, juin 1938. *Wchschr f. Brauerei*, **55**, 1938.
 - (27) URION (E.). — L'azote, problème majeur en Brasserie. *Brasserie*, nov. 1952.
-

OBSERVATIONS PRÉLIMINAIRES SUR LES EFFETS DU FROID SUR LA FÉVEROLE (HIVERS 1953-54 et 1954-55)

PAR

P. BERTHÉLEM

Station d'amélioration des plantes,
Centre de recherches agronomiques de l'Ouest, Ecole nationale d'Agriculture,
Rennes

PLAN DU MÉMOIRE

Introduction.

Données météorologiques.

Hiver 1953-54

Hiver 1954-55.

Matériel végétal et méthodes de travail.

Importance des dégâts et influence de la variété.

Variation des dégâts observés sur les divers organes de la plante.

A. — Dégâts sur l'appareil aérien.

1^o Description des dégâts.

2^o Variation des dégâts sur une même variété à un stade déterminé.

B. — Dégâts sur l'appareil souterrain.

Influence du stade de développement.

A. — Appareil aérien.

B. — Appareil souterrain.

Faculté de reprise.

Conclusion.

INTRODUCTION

Depuis une dizaine d'années les besoins économiques du pays ont nécessité une amélioration de la Production Fourragère en quantité et en qualité. Sur ce dernier point, c'est surtout au déficit habituel en protéines des rations alimentaires du bétail qu'il importe de remédier. Le développement de la production de la féverole, par la richesse de son grain et de son fourrage en matières azotées paraît être l'un des moyens les plus efficaces offerts à notre agriculture dans la poursuite de cet objectif.

C'est ce qui explique le nouvel essor de cette culture dont l'importance, depuis la fin du siècle dernier et jusqu'en 1944, n'avait fait que décroître. Ce déclin était principalement dû à l'irrégularité des récoltes, conséquence du manque d'amélioration de la plante et en particulier de sa très grande sensibilité à la sécheresse et aux pucerons.

Les progrès réalisés dans la lutte contre les pucerons grâce aux insecticides organiques de synthèse ont permis, dans une certaine mesure, la reprise de sa culture. Cependant, en plus du coût élevé des traitements et de leur difficulté d'application, la sensibilité de la féverole aux accidents climatiques risque d'entraver la vulgarisation et la généralisation de sa culture surtout dans les régions moins favorisées que celles de culture traditionnelle de cette légumineuse où les besoins en aliments azotés pour le bétail sont encore plus importants.

L'amélioration de la résistance de la féverole aux accidents climatiques et aux attaques des pucerons, pour être rapide et efficace, doit être orientée vers la recherche de résistances apparentes. En effet, la création de variétés possédant des résistances intrinsèques à ces deux adversités étant très problématique, il semble que le meilleur moyen d'augmenter la résistance des plantes, soit de réaliser un déphasage entre leur stade de sensibilité et l'époque à laquelle se produisent, en général les dégâts les plus importants.

Dans le cadre des féveroles de printemps ce déphasage ne peut être réalisé que par la précocité, soit de la date de semis, soit de la plante elle-même. Les résultats souvent décevants obtenus dans les régions où des semis précoces ne peuvent être réalisés et dans celles où la sécheresse du printemps est trop importante, même avec les variétés les plus précoces, incitent à penser que l'amélioration par cette méthode restera très limitée.

Un déphasage beaucoup plus important peut être obtenu par des cultures d'hiver de féveroles dont les plantes possèdent un système racinaire beaucoup plus développé au moment de la sécheresse et dont la floraison et la nouaison sont suffisamment précoces pour échapper aux dégâts des pucerons.

Cette dernière méthode de lutte contre les deux adversités principales de la féverole semble être la plus efficace. C'est la raison pour laquelle les travaux d'amélioration de la féverole entrepris à la Station d'Amélioration des Plantes de Rennes sont plus spécialement orientés vers la féverole d'hiver.

Le premier objectif de ce travail est la recherche de types résistants au froid. Les gelées des hivers 1953-54 et 1954-55 nous ont permis de faire quelques observations préliminaires dont il sera rendu compte ci-après.

DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES ⁽¹⁾

L'hiver 1953-54

Après un automne relativement doux et sec, l'hiver 1953-54 apparaît comme exceptionnel pour deux raisons :

L'extrême douceur du mois de décembre dont la température moyenne est supérieure de 3°7 à la normale a permis aux plantes d'atteindre un stade de développement très avancé.

Les froids, après une apparition de courte durée et peu accusée au début du mois de janvier se sont manifestés brusquement dès la fin janvier. La période de grands froids bien que ne présentant pas de minima anormaux (— 10°0 à 2 m sous abri et — 12°5 à 0,05 m au-dessus du sol) n'en constitue pas moins une exception pour la Bretagne et l'Ouest Atlantique. En effet, pendant sept jours la température moyenne sous abri s'est maintenue au-dessous de — 4°0 entraînant un gel du sol de 4 cm le 31 janvier à 18 cm les 7 et 8 février. Le dégel survenant le 9 février s'est produit rapidement par une hausse très marquée de la température accompagnée de pluie (voir graphique I).

L'hiver 1954-55

Après un automne doux et marqué par une pluviosité importante en fin novembre, l'hiver 1954-55 débute par un mois de décembre doux (température moyenne plus élevée de 2°4 que la normale) et pluvieux surtout en sa première décade.

Le mois de janvier est marqué en son début par une courte période de froid accompagné de neige (2 cm) du 1^{er} au 5 pendant laquelle les minima enregistrés furent de — 4°5 à 2 m sous abri et — 7°2 à 0,05 m au-dessus du sol entraînant un gel du sol de 3 cm. La fin janvier est relativement douce et assez pluvieuse.

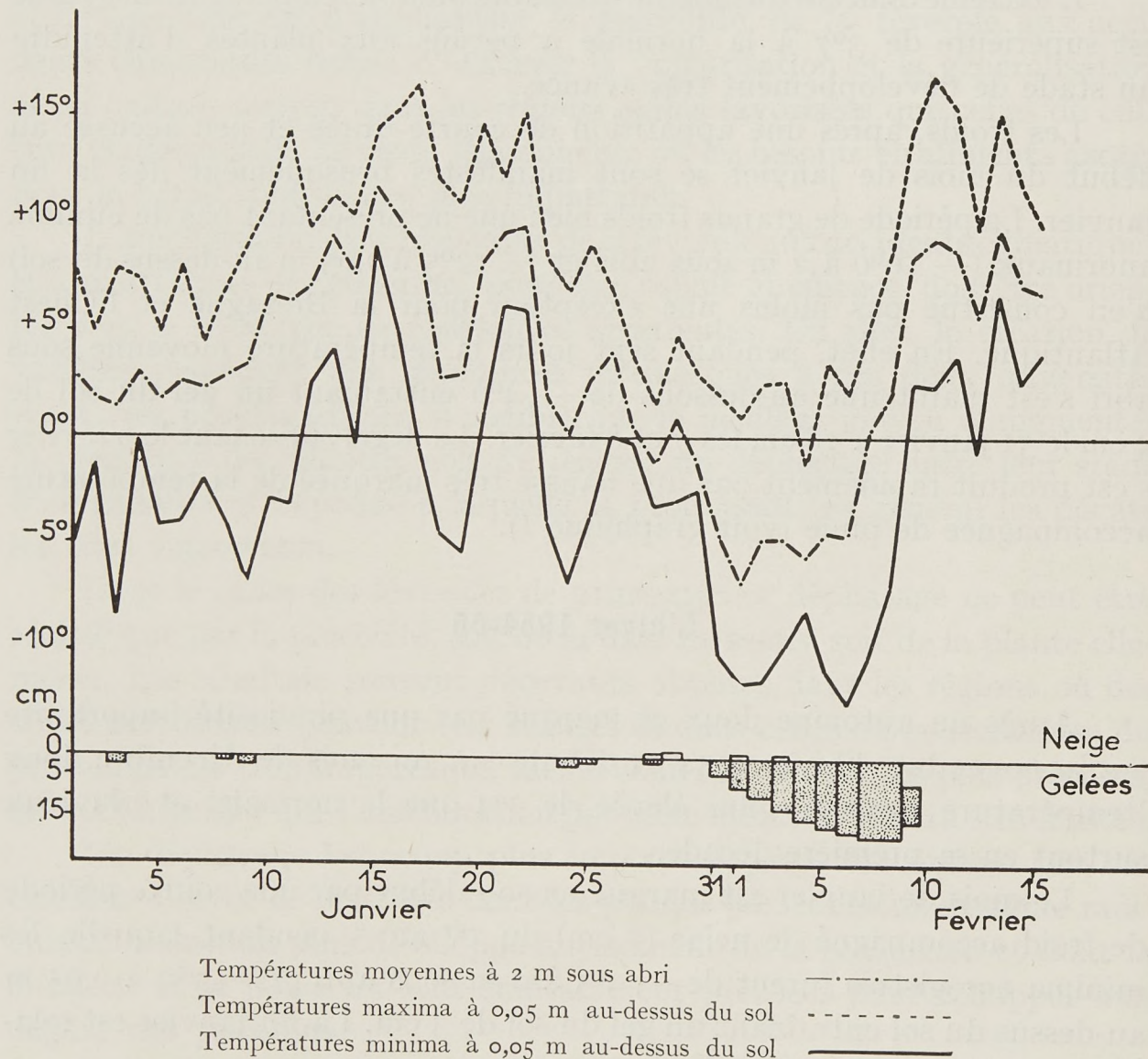
En février la température reste très douce pendant la première et la dernière décade et devient plus froide pendant la seconde avec des minima de — 3°5 à 2 m sous abri et de — 8°0 et — 8°2 à 0,05 m au-dessus du sol les 14 et 20 février.

Le mois de mars, froid pendant ces deux premières décades, est caractérisé par de fortes gelées nocturnes suivies de réchauffement important dans la journée (Indices actinothermiques à 0,05 m au-dessus du sol variant de — 3°0 et — 8°4 à + 8°2 et + 19°5) entraînant une succession

⁽¹⁾ Les observations météorologiques nous ont été aimablement communiquées par M. J.-L. Morice, Adjoint technique, responsable du poste météorologique de la Station.

de gels et dégels du sol jusqu'à une profondeur de 5 cm. La fin de mars après une hausse très importante de la température reprend le même caractère (voir graphique II).

Ces deux périodes d'observations ont le trait commun d'avoir débuté par un automne doux et un mois de décembre beaucoup plus doux encore. Elles diffèrent essentiellement ensuite à la fois par l'importance des froids enregistrés, l'époque et les conditions dans lesquelles ils se sont produits.



GRAPHIQUE I. — Les gelées de l'hiver 1953-1954.

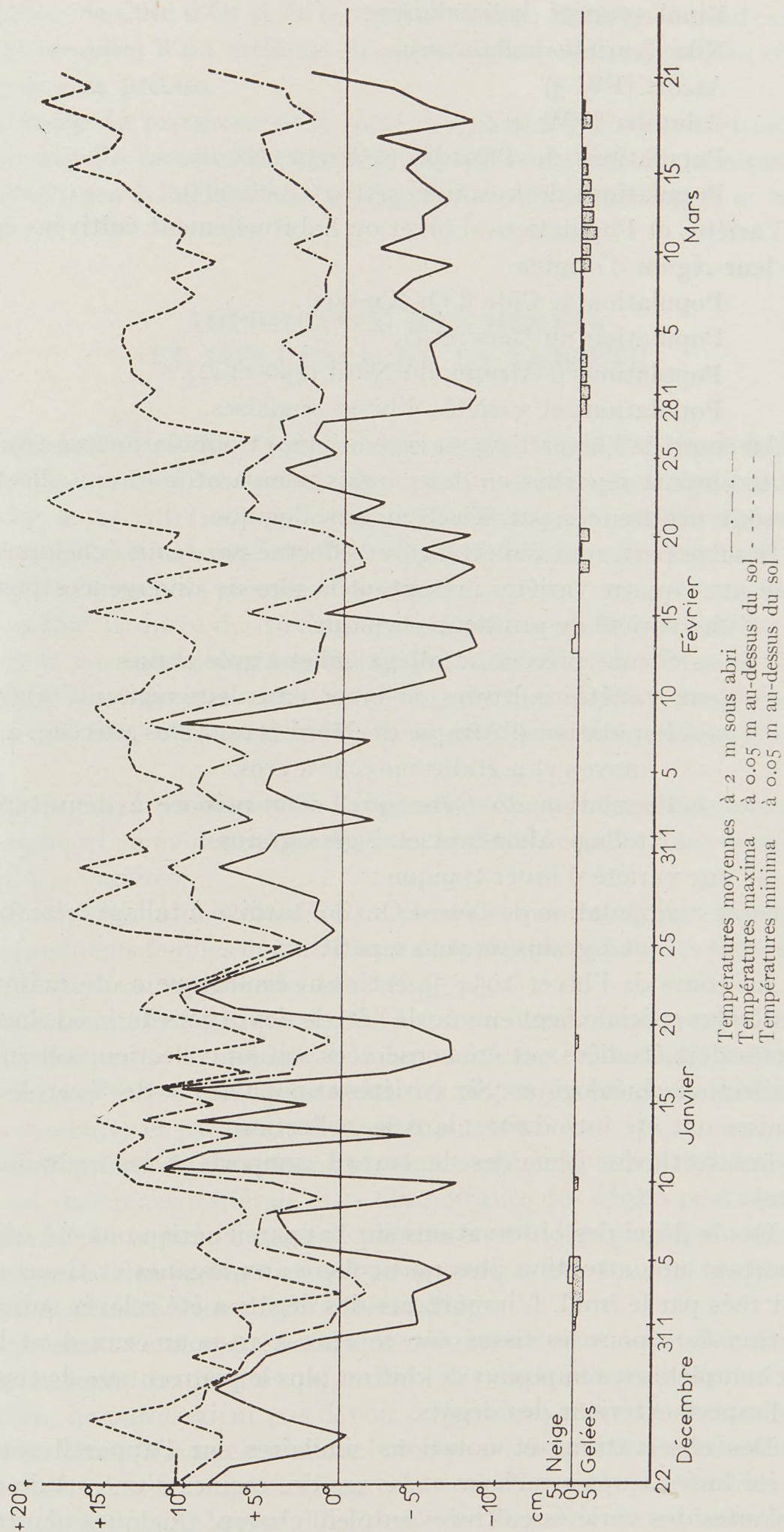
MATÉRIEL VÉGÉTAL ET MÉTHODES DE TRAVAIL

Le matériel végétal utilisé pour cette étude comporte des variétés et des populations françaises et étrangères se répartissant en deux groupes :

Variétés et Populations de printemps :

Strube (variété allemande) ;

GRAPHIQUE II. — Les gelées de l'hiver 1954-1955.



Rinal (variété hollandaise) ;
Niki (variété hollandaise) ;
Ascott (FW 3) ;
Columba (FW 2) ;
Populations de Picardie (958-959-960) ;
Populations de Lorraine (951-952-962-963).

Variétés et Populations d'hiver ou habituellement cultivées en hiver dans leur région d'origine :

Population de Côte d'Or (Co-991).
Population du Gers (961).
Populations d'Afrique du Nord (950-1142).
Populations et variétés d'hiver anglaises.

Au cours de l'hiver 1953-54 ces variétés et populations se trouvaient pour la plupart réparties en deux essais comparatifs et en collection où elles sont maintenues par sélection généalogique.

D'autre part, un essai écologique effectué par semis échelonnés a été réalisé avec quatre variétés présentant le plus de divergences possibles :

- une variété de printemps typique :
 - Strube précoce, à tallage nul et à gros grains.
- deux variétés cultivées en hiver dans leur région d'origine :
 - Population d'Afrique du Nord (1142) très précoce, à tallage moyen et à grains moyens à gros.
 - Population du Gers (961) demi-précoce à demi-tardive, à tallage abondant et à gros grains.
- une variété d'hiver typique :
 - Population de Côte d'Or (Co) tardive à tallage très abondant et à grains moyens à petits.

Au cours de l'hiver 1954-55 cet essai écologique a été maintenu et orienté plus spécialement en vue de l'étude des dégâts du froid. Les autres variétés déjà étudiées ont été conservées soit en collection, soit en lignées par sélection généalogique. Six variétés et populations de féverole d'hiver anglaises ont été introduites dans la collection.

Les méthodes générales de travail comportent les techniques suivantes :

Dès le dégel des observations sur l'appareil aérien ont été effectuées en portant une attention plus particulière aux organes et tissus directement tués par le froid. L'importance des dégâts a été relevée suivant une notation de 0 pour les tissus non touchés à 10 pour ceux dont la mort était complète en s'imposant de chiffrer plus le pourcentage de tissus tués que l'aspect extérieur des dégâts.

Des observations et notations similaires sur l'appareil souterrain ont été faites après arrachage et lavage des racines d'un certain nombre de plantes des variétés cultivées en plein champ. Quelques plantes de la

population de Côte d'Or et de la variété Strube, cultivées dans des caisses en bois remplies d'un mélange de sable et terreau, ont pu être étudiées de façon plus précise.

L'étude du processus de la mort des plantes par suite du froid et de leur éventuelle faculté de reprise a été effectuée par des comptages et des arrachages échelonnés sur une période assez longue après le coup de froid.

IMPORTANCE DES DÉGÂTS ET INFLUENCE DE LA VARIÉTÉ

Les conditions climatiques extrêmement douces du début de l'hiver ont permis à toutes les variétés de féveroles semées dans des conditions normales le 14 octobre 1953, d'atteindre des stades de développement très avancés, au moment du froid les variétés les plus tardives ayant 6-7 feuilles et les plus précoces 8 feuilles.

Pendant la durée du froid toutes les plantes quelle que soit la variété présentent une perte de turgescence provoquant la courbure de la tige au niveau du troisième entre-nœud, la perte de rigidité du pétiole des feuilles qui sont elles-mêmes fanées et prennent une couleur vert-grisâtre.

Dès le dégel les dégâts de l'appareil aérien apparaissent très nettement, mettant en évidence une différence très importante dans le comportement des variétés.

La Population de Côte d'Or ne présente que des dégâts superficiels sur les premières feuilles et sur la base de la tige principale, les tiges secondaires étant beaucoup moins touchées.

La Population d'Afrique du Nord et à un degré moindre celle du Gers dont les plantes se ramifient abondamment, ont leurs tiges principales complètement tuées mais présentent des dégâts moins prononcés sur les tiges secondaires et paraissent de ce fait peu touchées.

Les Populations de printemps sont en général très atteintes par le froid, une différence variétale dans l'importance des dégâts peut être mise en évidence par le pourcentage de plantes dont la tige principale non tuée s'est redressée dès le dégel et qui présentent à leur sommet un bouquet terminal de feuilles vertes (voir tableau III).

Cependant cette appréciation des dégâts est tout à fait illusoire. En effet, la majorité des plantes qui, malgré des dégâts importants de l'appareil aérien, ne paraissaient pas devoir disparaître, meurent au bout d'une dizaine de jours. Dans certains cas le temps nécessaire à la mort complète de la plante est beaucoup plus long, pouvant aller jusqu'à plus d'un mois.

Les dégâts ayant le plus d'incidence sur la survie de la plante se sont

TABLEAU III

Influence de la variété

Variétés	Stade de développement le 1/2 (1)	Hauteur en cm le 1/2	% de plantes à tige principale non tuée le 15/2	% de plantes survivantes le 9/3
Strube	8,0	21	2	0
Rinal	7,9	16	25	0
Picardie	8,3	19	10	0
Ascott	7,0	12	2	0
Columba	7,1	11	16	0
Gers	7,5	13	37	0
Afrique du Nord..	7,6	11	32	7
Lorraine	7,2	13	5	10
Côte d'Or (991)...	6,5	7	91	91
Côte d'Or	6,6	7	92	92

(1) Nombre moyen de feuilles à limbe étalé par plante.

produits en effet au niveau de l'appareil souterrain, qui sur une profondeur de 18 cm a subi pendant 8 jours le gel du sol.

Deux constatations se dégagent de ces premières observations :

Parmi les variétés expérimentées seule la population de Côte d'Or possède une bonne résistance dont la meilleure expression réside dans le pourcentage de plantes ayant survécu au froid. Les variétés de printemps se sont révélées d'une très grande sensibilité et les autres variétés d'hiver bien que présentant des dégâts foliaires relativement moins importants ne possèdent pas une résistance suffisante pour pouvoir être déplacées de leur milieu d'origine.

D'autre part, il apparaît que tous les organes de la plante ne sont pas atteints d'une façon identique par le froid et que pour un même organe les dégâts varient suivant l'âge et la position. C'est cette variation de la résistance des différentes parties de la plante que nous allons décrire dans le chapitre suivant.

VARIATION DES DÉGATS OBSERVÉS SUR LES DIVERS ORGANES DE LA PLANTE

A. — DÉGATS SUR L'APPAREIL AÉRIEN

1° Description des dégâts

La *tige principale* des féveroles ayant subi les effets de la gelée présente des lésions allant du décollement de l'épiderme à des nécroses beaucoup plus profondes. Les tissus atteints perdent rapidement leur rigidité et prennent une couleur brun-foncé. Les entre-nœuds semblent être plus

sensibles que les nœuds et c'est à leur niveau que la tige se plie lorsqu'elle est tuée.

Les *feuilles* présentent des dégâts dont la nature varie suivant qu'il s'agit des stipules, du pétiole ou du limbe.

Les dégâts notés sur les *stipules* sont plus importants à la pointe et sur les bords les plus éloignés de la tige.

De même le *limbe* de la feuille paraît être d'autant plus sensible qu'on se rapproche de son extrémité. Des décollements de l'épiderme inférieur ont pu être également constatés sur les feuilles au sommet de la tige, tandis que la face supérieure est souvent le siège d'accumulation d'anthocyane surtout chez la population de Côte d'Or.

Quant aux *pétioles* la nature des dégâts que nous avons constatés varie avec leur position sur la tige. Sur les pétioles des feuilles de base ils sont le plus souvent répartis sur la face supérieure et plus accusés au point d'insertion du limbe, tandis que sur ceux de la partie supérieure de la tige ils sont plus importants sur la face inférieure.

Le *bourgeon terminal* dans de nombreux cas paraît beaucoup plus sensible que les feuilles qui l'entourent; il en est de même des ébauches des boutons floraux dont le développement est déjà assez avancé chez les plantes présentant de 6 à 8 feuilles étalées. Chez la population de Côte d'Or et plus rarement chez les autres populations d'hiver il se produit un arrêt de l'allongement de la tige principale, même si celle-ci n'est pas très touchée, par suite de l'avortement du bourgeon principal, sans qu'aucun dégât ne puisse être observé à l'œil nu; ce phénomène serait peut-être à rapprocher de la disparition normale de la tige principale qui se produit chez d'autres légumineuses d'hiver.

Les ramifications en général présentent des dégâts de la même nature que ceux de la tige principale mais beaucoup moins intenses.

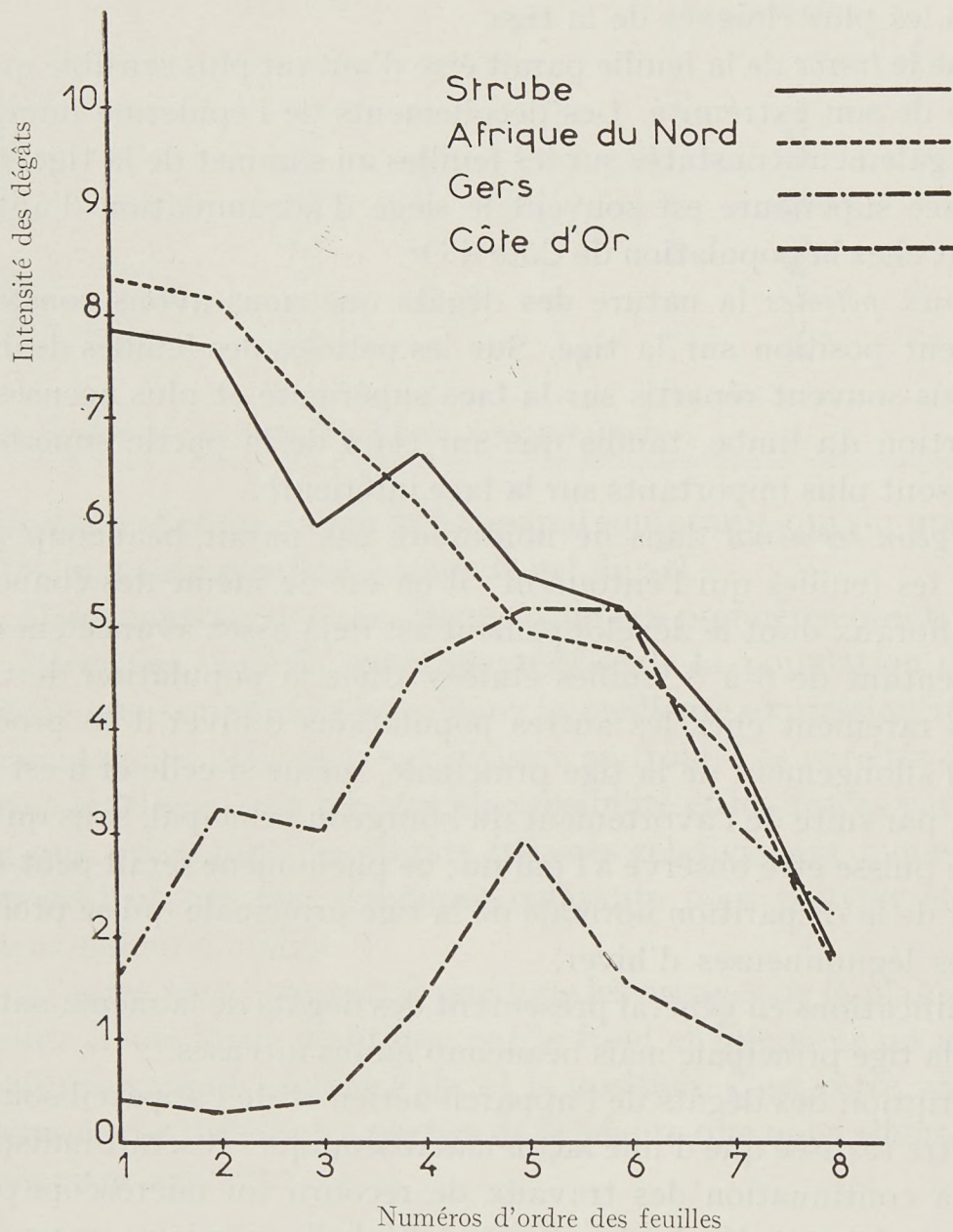
La description des dégâts de l'appareil aérien et de l'appareil souterrain n'a pu être réalisée que d'une façon macroscopique. Il serait indispensable dans la continuation des travaux de recourir au microscope pour pouvoir non seulement déceler les dégâts à l'échelle cellulaire, mais également se rendre compte de leur importance en profondeur et de la résistance propre des différents tissus de la plante.

2° Variation des dégâts sur une même variété à un stade déterminé

Sur des plantes d'une variété déterminée ayant atteint un stade donné des notations de dégâts ont été faites de 0 à 10 (0 pas de dégâts, 10 tissus complètement tués) en considérant d'une part, les différents entre-nœuds de la tige à partir du collet et d'autre part les feuilles correspondantes. Les préfeuilles dont les dégâts sont plus difficiles à analyser du fait de leur taille réduite ont été négligées.

Nous avons rassemblé les notations relevées pour les quatre variétés de l'essai écologique sur des graphiques qui permettent de faire ressortir la variation des dégâts suivant l'axe de la plante.

En ce qui concerne la **variation des dégâts sur feuilles** (graphique IV, année 1954-55) les variétés se divisent en 2 groupes : d'une part, Strube



GRAPHIQUE IV. — Variation de l'intensité des dégâts sur feuilles en fonction de leur position (Hiver 1954-1955).

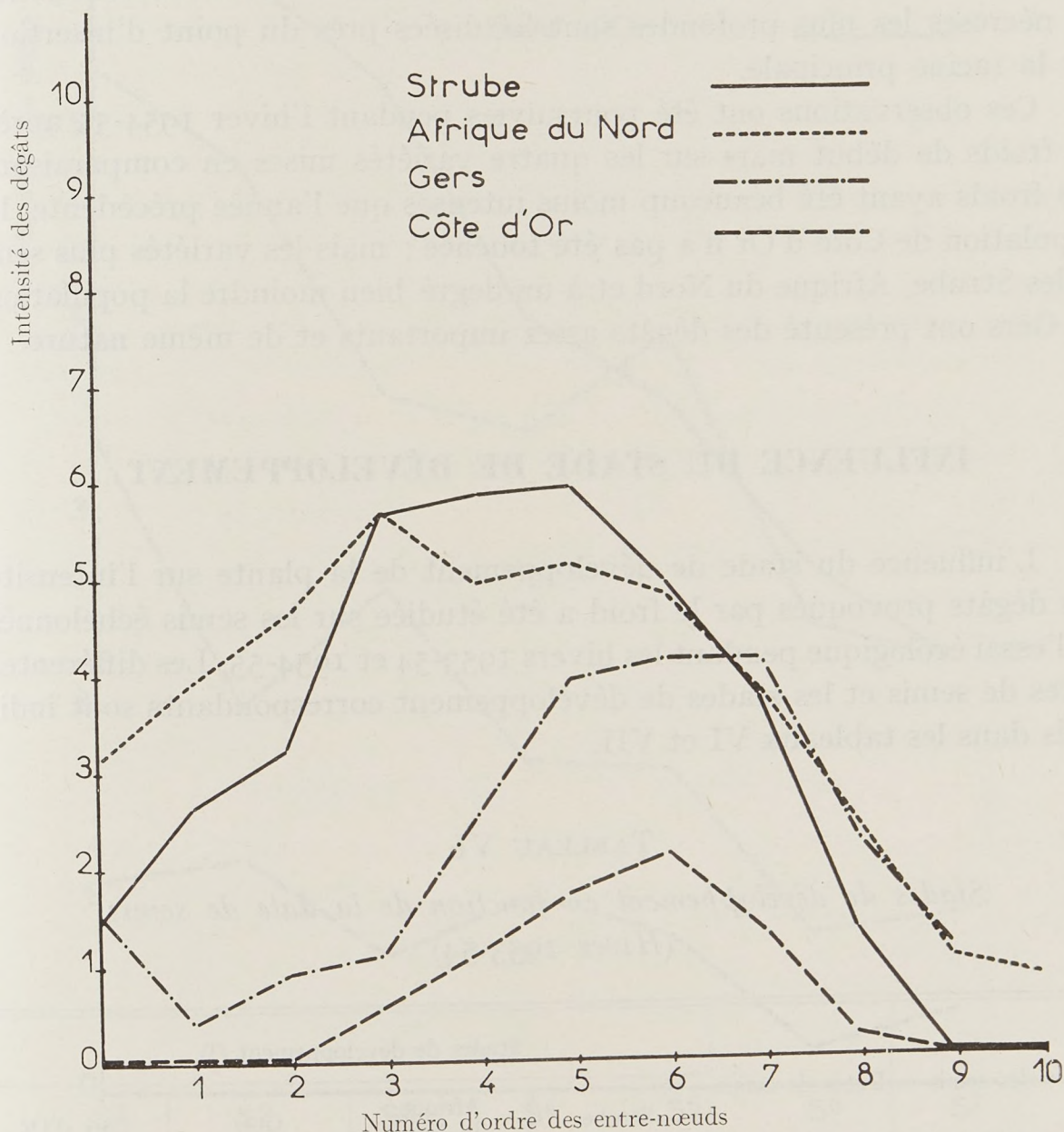
et Afrique du Nord où les dégâts sont d'autant plus accusés que la feuille occupe une position plus basse sur la tige c'est-à-dire qu'elle est plus âgée ; d'autre part, les populations de Côte d'Or et du Gers chez lesquelles il existe un maximum de sensibilité pour les 5^e et 6^e feuilles.

Cependant, les effets plus accusés de l'hiver 1953-54 ont entraîné une variation des dégâts à peu près semblable pour toutes les variétés y compris les populations du Gers et de Côte d'Or.

La **variation des dégâts sur la tige** constatés pendant l'hiver 1954-55 présente la même allure chez les quatre variétés ; le bas et le haut de la

tige étant moins durement touchés que la zone médiane. Chez Afrique du Nord et Strube les régions les plus atteintes se situent entre les 3^e et 5^e entre-nœuds, tandis que pour Côte d'Or et Gers elles sont plus rapprochées du sommet (6^e et 7^e entre-nœuds) (graphique V).

D'une façon générale, il semble que la région de la tige qui offre la résistance la plus forte soit située entre les deux préfeuilles et même légèrement au-dessous ; ce fait est plus accusé lorsqu'à l'aisselle de ces préfeuilles des ramifications sont déjà bien développées.



GRAPHIQUE V. — Variation de l'intensité des dégâts sur les entre-nœuds de la tige principale en fonction de leur position (Hiver 1954-1955).

B. — DÉGATS SUR L'APPAREIL SOUTERRAIN

Les féveroles ayant subi les effets des fortes gelées de l'hiver 1953-54 ont présenté, la population de Côte d'Or mise à part, des dégâts très importants de leur appareil souterrain. D'une façon générale, pour les variétés sensibles le système raciculaire a été tué directement jusqu'à 18 cm, profondeur de la zone de gel.

Pour la population de Côte d'Or des notations par organe ont pu être réalisées. Elles mettent en évidence une zone de très grande sensibilité sur la racine principale qui s'étend de la zone d'insertion des cotylédons à 2-3 cm en dessous et une zone de plus forte résistance dans la région médiane de l'épicotyle. Les racines adventives qui prennent naissance sur l'épicotyle présentent des dégâts d'une intensité comparable à ceux de l'épicotyle lui-même. De l'ensemble des racines secondaires, celles qui sont le plus touchées par le froid se situent dans la zone cotylédonaire, les nécroses les plus profondes sont localisées près du point d'insertion sur la racine principale.

Ces observations ont été poursuivies pendant l'hiver 1954-55 après les froids de début mars sur les quatre variétés mises en comparaison. Les froids ayant été beaucoup moins intenses que l'année précédente, la population de Côte d'Or n'a pas été touchée ; mais les variétés plus sensibles Strube, Afrique du Nord et à un degré bien moindre la population du Gers ont présenté des dégâts assez importants et de même nature.

INFLUENCE DU STADE DE DÉVELOPPEMENT

L'influence du stade de développement de la plante sur l'intensité des dégâts provoqués par le froid a été étudiée sur les semis échelonnés de l'essai écologique pendant les hivers 1953-54 et 1954-55. Les différentes dates de semis et les stades de développement correspondants sont indiqués dans les tableaux VI et VII.

TABLEAU VI

*Stades de développement en fonction de la date de semis
(Hiver 1953-54)*

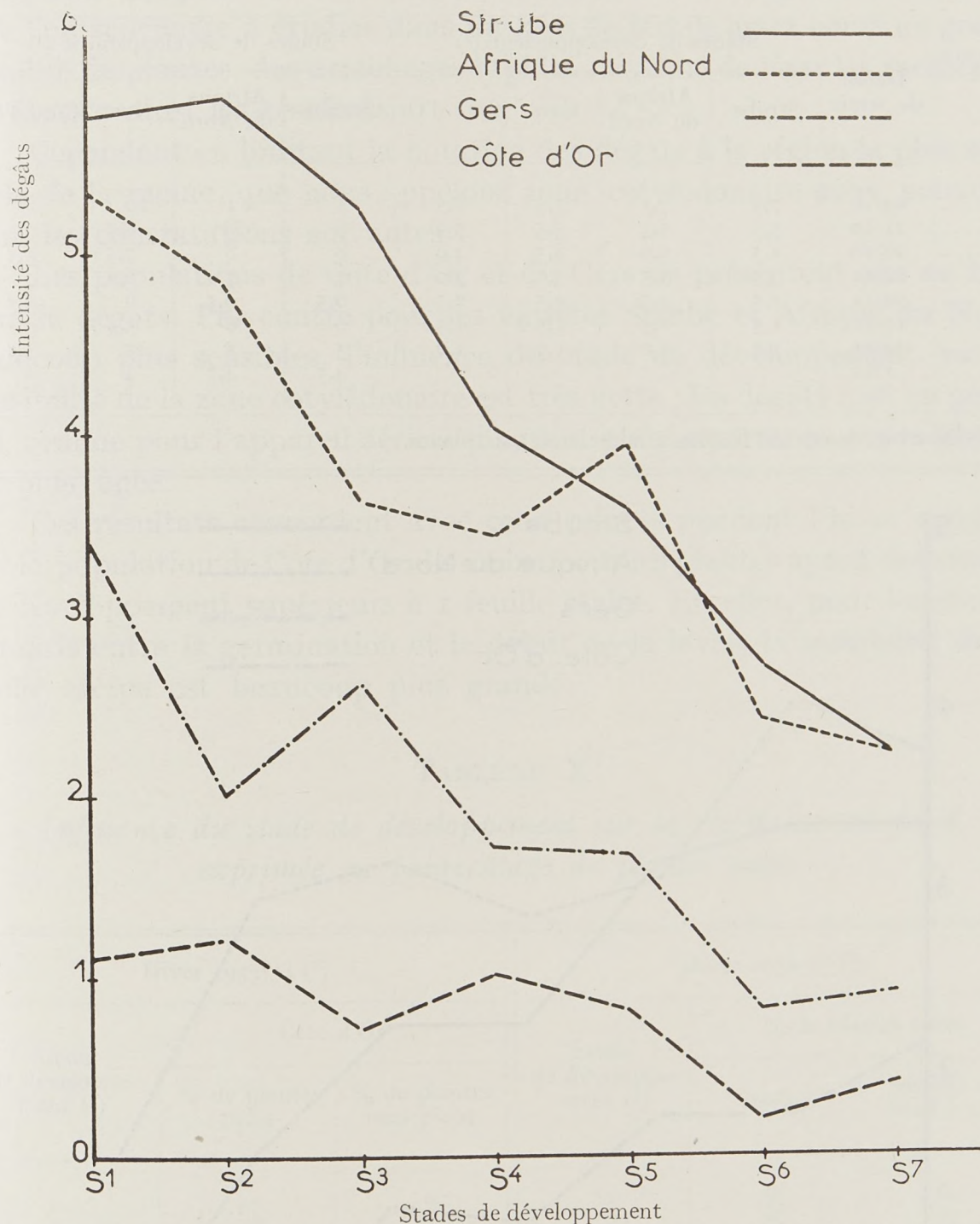
N° des semis	Dates de semis	Stades de développement ⁽¹⁾			
		Strube	Afrique du Nord	Gers	Côte d'Or
S1	17/10	8,5	8,5	8,0	7,0
S2	31/10	6,0	6,0	6,0	5,0
S3	13/11	4,5	4,5	4,5	4,0
S4	24/11	3,5	3,5	3,5	3,0
S5	3/12	2,5	2,5	2,5	2,5
S6	14/12	1,0	1,0	1,0	0,5
S7	23/12				
S8	4/1				

début levée
germination

(1) Nombre moyen de feuilles à limbe étalé par plante.

A. — APPAREIL AÉRIEN

Les dégâts sur les *feuilles* sont, d'une façon générale, d'autant plus importants que la plante est plus âgée. Cependant, cette variation de la résistance au froid en fonction de l'âge de la plante est beaucoup plus



GRAPHIQUE VIII. — Variation de l'intensité des dégâts sur feuilles en fonction du Stade de développement (Hiver 1954-1955).

marquée chez les variétés sensibles comme Strube que chez Côte d'Or ainsi que le montre le graphique VIII.

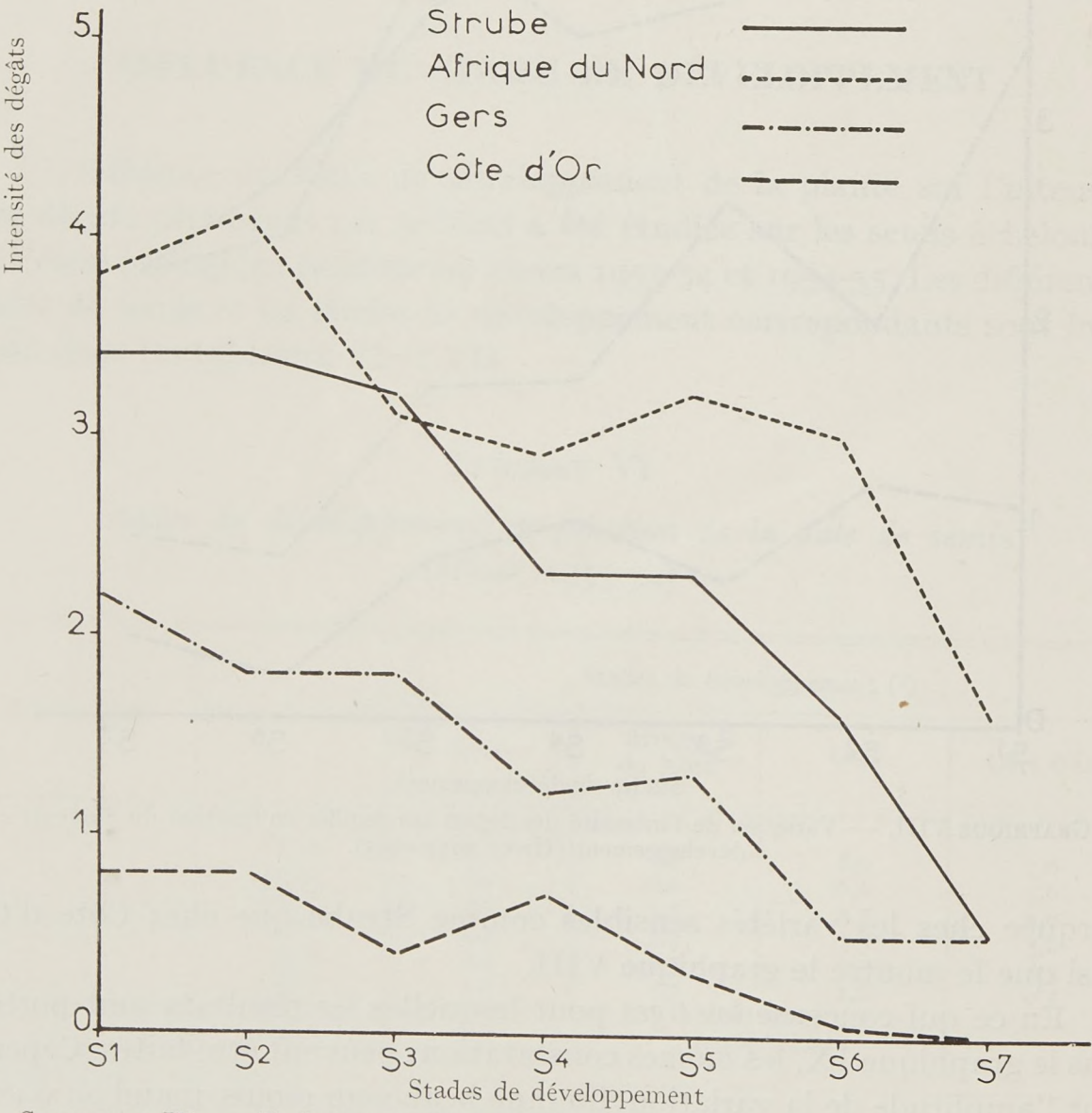
En ce qui concerne les *tiges* pour lesquelles les résultats sont portés dans le graphique IX, les mêmes constatations peuvent être faites. Cependant l'amplitude de la variation diminue beaucoup moins quand on passe des variétés sensibles aux variétés résistantes.

TABLEAU VII

Stades de développement en fonction de la date de semis (Hiver 1954-55)

N° des semis	Dégâts sur feuilles et tiges le 1/1/55 (graphiques VIII et IX)					Dégâts sur zone cotylédonaire le 28/2/55			
	Dates de semis	Stades de développement (1)				Stades de développement (1)			
		Strube	Afrique du Nord	Gers	Côte d'Or	Strube	Afrique du Nord	Gers	Côte d'Or
S1	14/10	7,5	7,5	7,5	6,5	11	11	10	8
S2	21/10	5,5	5,5	5,5	5,0	9	9	8,5	7,5
S3	28/10	4,5	5,0	4,5	4,0	8	8	7,5	6,5
S4	4/11	3,5	3,5	3,5	3,0	7	7	6,5	6
S5	10/11	2,5	2,5	2,5	2,5	6,5	6,5	6	5,5
S6	17/11	1,5	1,5	1,5	1,5	6	6	5,5	5
S7	24/11	1,0	1,0	1,0	1,0	5	5	5	4,5
S8	1/12					4,5	4,5	4	3

(1) Nombre moyen de feuilles à limbe étalé par plante.



GRAPHIQUE IX. — Variation de l'intensité des dégâts sur tige en fonction du Stade de développement (Hiver 1954-1955).

B. — APPAREIL SOUTERRAIN

L'influence du stade de développement sur les dégâts de l'appareil souterrain est plus délicate à mettre en évidence du fait des difficultés que l'on rencontre à étudier dans un laps de temps assez court un grand nombre de plantes, des arrachages rapides risquant de léser les racines et de fausser ainsi les résultats.

Cependant en limitant la notation des dégâts à la région la plus sensible de la racine, que nous appelons zone cotylédonaire nous pouvons faire les constatations suivantes :

Les populations de Côte d'Or et du Gers ne présentent pas ou très peu de dégâts. Par contre pour les variétés Strube et Afrique du Nord beaucoup plus sensibles, l'influence du stade de développement sur la sensibilité de la zone cotylédonaire est très nette ; les dégâts sont en général, comme pour l'appareil aérien, d'autant plus importants que la plante est plus âgée.

Ces résultats concordent avec ceux relevés pendant l'hiver 1953-54 sur la population de Côte d'Or du moins pour les plantes ayant des stades de développement supérieurs à 1 feuille étalée. En effet, pour les stades compris entre la germination et le début de la levée, la sensibilité de la jeune racine est beaucoup plus grande.

TABLEAU X

Influence du stade de développement sur la résistance au froid exprimée en pourcentage de plantes tuées

Hiver 1953-54 ⁽³⁾			Hiver 1954-55 ⁽⁴⁾		
Stade de développement ⁽¹⁾	Côte d'Or		Stade de développement ⁽¹⁾	% de plantes tuées	
	% de plantes tuées	% de plantes sans pivot		Strube	Afrique du Nord (1142)
7	31	0	11	95	67
5	38	3	9	87	50
4	31	0	8	69	48
3	19	0	7	70	45
2,5	21	4	6,5	81 ⁽²⁾	63 ⁽²⁾
0,5	23	10	6	41	50
Début de la levée	37	37	5	24	7
Germination	—	47	4,5	0	0

⁽¹⁾ Nombre de feuilles étalées par plante.

⁽²⁾ Chiffres aberrants par suite d'un semis trop superficiel.

⁽³⁾ Strube, Afrique du Nord et Gers présentent 100 % de plantes tuées.

⁽⁴⁾ Gers et Côte d'Or présentent 0 % de plantes tuées.

Afin de contrôler la réalité de ces faits, nous avons rassemblé dans le tableau X les pourcentages de plantes tuées dans les semis échelonnés de l'hiver 1953-54 pour Côte d'Or et de l'hiver 1954-55 pour Strube et Afrique du Nord.

Sans qu'il y ait concordance parfaite on peut constater d'une façon générale que le nombre de plantes tuées augmente avec le stade de développement. Certains résultats apparaissent cependant peu satisfaisants, ils peuvent s'expliquer soit par la lenteur de la mort de certaines plantes dont les tissus non complètement tués par le froid sont envahis par des microorganismes, soit au contraire par la possibilité de reprise de certaines plantes atteintes.

FACULTÉ DE REPRISE

Comme nous venons de le voir certains organes paraissent avoir une résistance au froid plus grande que le reste de la plante. Ce sont pour l'appareil aérien la base de la tige et plus particulièrement la région située juste au-dessus du collet et les ramifications secondaires qui se développent sur cette zone. En ce qui concerne l'appareil souterrain, l'épicotyle paraît également plus résistant.

Sur un certain nombre de plantes très touchées dont la tige principale était en particulier tuée au niveau de la première feuille et la racine dans la région cotylédonaire, le départ de nouvelles racines adventives sur l'épicotyle et le remplacement du pivot tué par 2 ou 3 racines d'égale importance ont pu être constatés. Ces plantes émettent de nouvelles ramifications à partir de bourgeons latents situés à l'aisselle des préfeuilles et se reconnaissent par la suite par leur système racinaire devenu semi-pivotant.

Pour la population de Côte d'Or, l'analyse du pourcentage de plantes sans pivot par rapport au nombre de plantes survivantes montre que cette faculté de reprise s'observe surtout chez les jeunes plantes n'ayant pas dépassé le stade 3 feuilles. Ce phénomène paraît même très fréquent pour des plantes qui ont subi les effets du froid au stade plantule non sortie de terre.

Chez les plantules d'ailleurs une autre modalité de reprise a pu être observée : lorsque la tigelle a été tuée par le froid, de l'aisselle des cotylédons, dont la résistance au froid est plus grande, se développent 2 bourgeons qui assurent la survie de la plante.

CONCLUSION

Les conclusions que l'on peut tirer de ces premières observations concernant les effets du froid sur la féverole sont d'abord d'ordre pratique.

Les variétés de printemps très sensibles au froid, les populations

d'hiver méridionales, sensibles, ne peuvent être cultivées que dans les pays à hiver doux, c'est-à-dire en gros le Midi Méditerranéen, le Midi Océanique, le littoral de l'Atlantique jusqu'aux rivages bretons de la Manche.

Parmi les féveroles françaises seule la population de Côte d'Or possède une résistance suffisante pour être utilisée avec quelque sécurité dans la plupart des autres régions. Il semble également que les populations et variétés anglaises, qui durant l'hiver 1954-55 n'ont pas présenté de dégâts importants, puissent être intéressantes en culture d'hiver, d'autant plus que leurs grains sont beaucoup plus gros que ceux de Côte d'Or.

En ce qui concerne la date du semis pour la culture d'automne nous ne pouvons en l'état actuel de notre travail tirer de conclusion. En effet, les deux hivers étudiés présentent en commun le trait d'avoir été exceptionnellement doux en leur début. Les périodes de froid ont, de ce fait, affecté des plantes qui sous des conditions plus normales n'auraient pas été aussi avancées.

L'influence de la profondeur du semis, bien que n'ayant pas été étudiée systématiquement, a pu être mise en évidence dans quelques cas particuliers. Un semis profond protégerait dans une certaine mesure la zone la plus sensible de la racine et augmenterait également la faculté de reprise de la plante.

D'autre part, bien que la plupart de nos observations soient fortuites et que l'action du facteur froid n'ait pu être étudiée isolément, il est intéressant de souligner l'analogie des constatations faites sur les féveroles avec celles connues de longue date chez des plantes plus étudiées, à savoir :

— la plus grande sensibilité au froid des tissus âgés et des tissus en voie de croissance active, l'augmentation des dégâts avec l'âge de la plante, au delà du stade « plantule ».

— l'existence dans le système racinaire d'une zone de plus grande sensibilité.

Il serait intéressant de poursuivre ces travaux en les orientant vers des études systématiques conduites simultanément en plein champ et en chambre froide, vers la recherche de la caractérisation de la résistance au froid chez les féveroles. Pour ce faire il faudrait entreprendre des études morphologiques et anatomiques sur une série de variétés présentant les divers degrés de résistance au froid. Ce travail devrait aller de pair avec des recherches sur les phénomènes de croissance et sur la physiologie des différentes variétés, la féverole par sa taille importante dès la germination se prêtant bien à un échantillonnage des différents organes.

Ces travaux, en plus de l'intérêt théorique qu'ils présentent du point de vue du déterminisme de la résistance au froid et de la caractérisation du type hiver, seraient très importants dans la poursuite du travail de création de nouvelles variétés de féverole d'hiver d'une productivité supérieure aux populations actuelles.

ETUDES CYTOGÉNÉTIQUES D'HYBRIDES D'*IRIS POGOREGELIA* ; CROISEMENTS ET RECROISEMENTS NOUVEAUX.

PAR

Marc SIMONET

Station centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes

Dans les jardins, les *Iris Pogoregelia*, hybrides réalisés entre espèces des Sections *Pogoniris* et *Regelia*, sont fort appréciés, autant par leur végétation rustique et leur floribondité que par leurs fleurs aux coloris variés et souvent curieux. La rusticité et la floribondité sont des caractéristiques d'origine *Pogoniris*, tandis que plusieurs coloris, en particulier certaines nervations accusées des fleurs, sont de contribution *Regelia*.

Morphologiquement, les deux Sections sont séparées par quelques caractères nettement définis. Les *Pogoniris*, à rhizome compact, à végétation rustique et continue durant tout l'été, ont des graines nues, des inflorescences simples (*Pogoniris Nains*) ou ramifiées (*Pogoniris Grands*), par contre les *Regelia*, à rhizome le plus souvent stolonifère, à végétation assez délicate et interrompue pendant la période sèche qui suit la floraison, ont des graines ornées d'un très gros arille blanc, des inflorescences simples et biflores. Du point de vue géographique, les *Pogoniris* sont largement distribués à travers l'Asie Centrale, l'Europe Orientale, Centrale et Méridionale et le nord de l'Afrique, alors que les *Regelia* ont une aire de répartition limitée au Turkestan (région de Boukhara). Caryologiquement, nous avons déjà montré (1932) que les deux Sections sont définies chacune par une série polyploïde bien différente, l'une multiple de 4 chez les *Pogoniris* ($n = 8, 12, 16, 20$ et 24), l'autre de 11 chez les *Regelia* ($n = 11$ et 22).

En 1954, nous avons décrit plusieurs *Pogoregelia* ; poursuivant nos études, nous faisons connaître dans la présente note le résultat de nos recherches cytogénétiques chez quelques croisements et recroisements nouveaux.

Croisements directs

Pogoregelia Nains : Ces hybrides résultent de l'union d'un *Regelia* et d'un *Pogoniris Nain* ; leurs inflorescences, non ramifiées, sont généralement biflores et de petite taille. Ainsi, en croisant deux types autotétra-

ploïdes de *Regelia*, les *I. Hoogiana* et *Leichtlini* ($n = 22$) avec un *Pogoniris Nain*, l'*I. pumila* ($n = 16$), nous avons obtenu deux plantes de l'*I. Hoogiana* $\times$ *pumila*, l'une est à $2n = 37$, l'autre à $2n = 38$, quant à l'*I. Leichtlini* $\times$ *pumila*, le seul exemplaire examiné est normalement à $2n = 38$ ($\sigma n = 22 + \varphi n = 16 : 2n = 38$).

Nous plaçons provisoirement ici un *Pogoregelia* n° 1195 reçu tout récemment de M. le Pr WERCKMEISTER de l'Institut de Botanique de Geisenheim (Allemagne). Nos études montrent que cet hybride issu du croisement de l'*I. Hoogiana* (φ), avec un *Pogoniris* (σ), non encore exactement déterminé, est à $2n = 84$. Dans sa garniture chromosomique il possède en totalité un stock chromosomique φ ($2n = 44$), aisément reconnaissable à ses 8 très grands chromosomes particuliers (1932) : 4 en forme de V et 4 en forme de bâtonnets.

Pogoregelia Grands : Ces hybrides proviennent du recroisement des *Regelia* ($n = 11$ et 22) avec les *Pogoniris Grands* ($n = 12$ et 24) dont les inflorescences sont élevées et ramifiées. Il existe des *Pogoregelia Grands* diploïdes ($2n = 23$), triploïdes ($2n = 35$) et tétraploïdes ($2n = 46$), selon que les croisements ont été réalisés entre espèces diploïdes ($n = 11 + n = 12$), diploïdes et tétraploïdes ($n = 11 + n = 24$), soit encore entre tétraploïdes est normal, 98 à 99 p. 100 des grains ont une forme très régulière tétraploïdes ($n = 22 + n = 24$).

Nous venons de créer de nouveaux *Pogoregelia* triploïdes et tétraploïdes à partir des *I. Korolkowi violacea* ($n = 11$), *Hoogiana* ($n = 22$), *aphylla* et *macrantha* ($n = 24$). Aux premiers, se rapportent les *I. Korolkowi violacea* $\times$ *aphylla* et *Korolkowi violacea* $\times$ *macrantha* à $2n = 35$ ($\varphi n = 11 + \sigma n = 24 : 2n = 35$) ; aux seconds les *I. Stolomac* (*stolonifera* $\times$ *macrantha* var. *Jean Cayeux*) et *Hoogiamac* (*Hoogiana* $\times$ *macrantha* var. *Amas*) à $2n = 46$ ($\varphi n = 22 + \sigma n = 24 : 2n = 46$). Le pollen des hybrides triploïdes ne renferme, au maximum, que 15 p. 100 de grains bien conformés, tandis que celui des tétraploïdes est normal, 98 à 99 p. 100 des grains ont une forme très régulière.

Le comportement méiotique de ces divers hybrides n'a pas encore été étudié, mais nous avons repris sur un matériel abondant celui d'un autre *Pogoregelia* tétraploïde : l'*I. Hoogiana* $\times$ *macrantha* var. *Aurette* de Cayeux = *Autosyndetica* Nobis également à $2n = 46$ et aussi très semblable à l'*I. Hoogiamac* précédent. Comme nous l'avons déjà indiqué (1934), la formation de bivalents est tout à fait prédominante, 23 d'entre eux sont régulièrement formés dans 95 p. 100 des cellules ; toutefois, il existe un ou deux univalents dans les autres cellules examinées et un seul trivalent a été observé. En moyenne, par cellule (200), nous avons noté : 0,1 univalents, 22,9 bivalents et 0,005 trivalents, soit 45,8 éléments conjugués pour 22,9 configurations chromosomiques. Le pollen de l'*I. Autosyndetica* est aussi hautement fonctionnel.

Recroisements

Pogoregelia Intermédiaires : Nous appelons *Pogoregelia Intermédiaires* les hybrides réalisés entre *Pogoniris Nains* et *Pogoregelia Grands* tétraploïdes ($n = 23$) ; ces derniers sont en fait des amphidiploïdes stables et fertiles, tel l'*I. Autosyndetica*. En 1946, nous avons obtenu l'*I. Autosyndetica* ($n = 23$) $\times$ *chamaeiris* var. *cyanea* ($n = 20$) à $2n = 43$ ($\varnothing n = 23 + \sigma n = 20 : 2n = 43$). La réduction chromatique a été examinée. A la métaphase hétérotypique, il existe de nombreuses irrégularités, en particulier, des univalents (12-21), des bivalents (6-14), des trivalents (0-5) et des quadrivalents (0-1). En moyenne, par cellule (50), nous trouvons 16,0 univalents, 10,8 bivalents, 1,8 trivalents et 0,02 tétravalents, c'est-à-dire 27,0 éléments conjugués pour 12,6 configurations chromosomiques. Le pollen de cet hybride renferme 30-35 p. 100 de grains bien constitués.

Pogoregelia Grands : Ces mêmes *Pogoregelia Grands* amphidiploïdes ($n = 23$) peuvent aussi être recroisés, soit avec les *Regelia* (*I. Korolkowi violacea*, $n = 11$), soit avec les *Pogoniris Grands* (*macrantha*, *Cypriane*, *aphylla*, $n = 24$). Ainsi, nous avons créé l'*I. Koretica* (*I. Korolkowi violacea* $\times$ *Autosyndetica*) à $2n = 34$ ($\sigma n = 11 + \varnothing n = 23 : 2n = 34$) et les *I. Autosyndetica* $\times$ *macrantha* var. *Amas*, *macrantha* var. *Purissima* $\times$ *Autosyndetica*, *Autosyndetica* $\times$ *Cypriane* et *Autosyndetica* $\times$ *aphylla* tous à $2n = 47$ ($\varnothing n = 23 + \sigma n = 24 : 2n = 47$).

De plus, nous avons effectué l'analyse du comportement méiotique de l'*I. Autosyndetica* $\times$ *Cypriane* et nous complétons celle de l'*I. Koretica* sur un matériel abondant. Chez ces deux hybrides il existe à la M I des univalents, des bivalents et des multivalents. En moyenne, par cellule (25), nous trouvons pour le premier, à $2n = 46$: 18,1 univalents, 10,1 bivalents, 2,9 trivalents et 0,04 tétravalents, soit 28,9 éléments conjugués, pour 13,0 configurations chromosomiques. Pour le second, à $2n = 34$ (sur 45 cellules) : 11,0 univalents, 11,0 bivalents et 0,3 trivalents, soit 22,9 éléments conjugués pour 11,3 configurations chromosomiques. Le pollen de ces deux hybrides ne contient que 20 à 30 p. 100 de grains bien conformés.

Pogoregelia Complexes : Chez les *Pogoniris* nous avons déjà réalisé plusieurs hybrides amphidiploïdes stables et fertiles (1950 a), nous venons d'essayer de les unir aux *Pogoregelia* tétraploïdes. Avec l'*I. Aphylkana* (*aphylla* $\times$ *balkana*) ($n = 24$) $\times$ *Autosyndetica* (*Hoogiana* $\times$ *macrantha*) ($n = 23$) à $2n = 47$ ($\varnothing n = 24 + \sigma n = 23 : 2n = 47$), nous avons un hybride tétraspécifique qui possède intégralement les nombres chromosomiques de chacun de ses géniteurs ; lesquels, par ailleurs, sont morphologiquement aussi différents que possible.

Conclusions

Nos recherches font connaître de nouveaux *Pogoregelia Nains* et *Pogoregelia Grands*, notamment plusieurs hybrides amphidiploïdes issus de types autotétraploïdes ou se comportant comme tels. Certains, déjà, comme les *I. Autosyndetica*, *Hoogiamac* et *Stolomac* ($2n = 46$ et $n = 23$) se sont révélés tout à fait fertiles ; ils transmettent régulièrement et en totalité deux sortes de stocks chromosomiques haploïdes, l'un *Regelia* ($n = 11$), l'autre *Pogoniris Grands* ($n = 12$).

Le *Pogoregelia* n° 1195 de Werckmeister est remarquable à divers points de vue ; c'est aussi un amphidiploïde — la composition tétraploïde du complément chromosomique ♀ *Regelia* semble le montrer. Chez un hybride F_1 , une telle constitution chromosomique résulte vraisemblablement d'un doublement chromosomique qui a dû prendre naissance dans les tout premiers stades du développement embryonnaire, sans doute dès la fécondation de l'espèce *Regelia* ♀ (*Hoogiana*, $2n = 44$) par un *Pogoniris Nain* ♂, en l'occurrence l'*I. chamaeiris* ($2n = 40$). A notre sens, dans l'état actuel de nos connaissances cytologiques et taxonomiques, et en l'absence de toute autre indication d'ordre génétique et morphologique, c'est la filiation directe la plus simple qui paraît expliquer le nombre chromosomique observé ($♀ 2n = 44 + ♂ 2n = 40 : 2n = 84$). Dès la floraison de l'hybride, nous nous proposons de le comparer avec les *I. Hoogiana* ($n = 22$) × *chamaeiris* ($n = 20$) à $2n = 42$ de Cayeux et de Sass que nous avons déjà étudié (1950 *b* et 1955), et dont nous possédons plusieurs exemplaires dans les collections de Versailles. Le nombre $2n = 84$, hautement polyploïde, est nouveau, il correspond à 21 fois le nombre fondamental 4 des *Iris*, et il est actuellement le plus élevé parmi les espèces rhizomateuses à sépales barbus (sous-genre *Pogon*).

Enfin, en croisant deux amphidiploïdes *Pogoniris* et *Pogoregelia* très distincts, nous avons créé avec l'*I. Aphyllkana* × *Autosyndetica* à $2n = 47$, un hybride très complexe. Sur une même plante se trouvent réunis en entier 4 génômes différents, 3 d'origine *Pogoniris*, *Nain (balkana)*, $n = 12$) ou *Grands (aphylla et macrantha)*, $n = 12$), le quatrième étant de contribution *Regelia* (*Hoogiana*, $n = 11$) ($n = 12 \times 3 = 36 + n = 11 : 2n = 47$). L'étude génétique, morphologique et méiotique de cet hybride quadrispécifique sera certainement intéressante, et son emploi comme géniteur permettra sans doute de transmettre à d'autres *Iris* tout un ensemble de caractéristiques inédites.

BIBLIOGRAPHIE

SIMONET (M.) :

1932. — Recherches cytologiques et génétiques chez les *Iris*. *Bull. Biol. de la France et de la Belgique*, **66**, p. 255.

1934. — Sur la régularité de la réduction chromatique et la parfaite constitution pollinique d'un hybride entre espèces à nombres inégaux et aneuploïdes de chromosomes (*Iris Autosyndetica*.) *C. R. Acad. Sci.*, **198**, p. 1173.
1949. — Comportement des chromosomes chez quelques hybrides d'*Iris* issus de types autosyndétiques. *Proceed. VIII Inter. Congr. Genetics suppl. Hereditas*, Lund, p. 662.
- 1950 (a). — Sur la méiose de quelques hybrides réalisés entre espèces tétraploïdes d'*Iris*. I. Hybrides de la Section-*Pogoniris*. *C. R. Acad. Sci.*, **231**, p. 1158.
- 1950 (b). — Sur la méiose de quelques *Iris Pogocyclus* et *Pogoregelia*. I. Hybrides réalisés à partir de l'*I. chamaeiris*. *C. R. Acad. Sci.*, **231**, p. 1247.
1954. — Nouveaux hybrides d'*Iris Pogoregelia*. I. Réalisés à partir des variétés diploïdes de l'*I. Korolkowi*. *Ann. Sci. Nat. Bot.* (11^e sér.), **15**, p. 117.
1955. — Étude Cytogénétique de nouveaux hybrides d'*Iris*. VII. *Pogoregelia*, *Pogopsammiris* et *Pogoregeliocyclus*. *C. R. Soc. Biol.*, **149**, p. 546.

LA RÉSISTANCE DES VARIÉTÉS D'AVOINE A LA ROUILLE COURONNÉE (*P. coronata avenae Pers.*)

PAR

C. MOULE

Station centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes, Versailles.

PLAN DU MÉMOIRE

I. — Introduction.

II. — La maladie et son agent.

Importance économique de la maladie.

Description.

L'agent parasite :

- a) son cycle biologique ;
- b) les formes spéciales et races physiologiques ;
- c) le parasite et le milieu extérieur.

III. — Méthodes de lutte.

Traitements chimiques.

Lutte génétique :

- a) ses problèmes ;
- b) la lutte génétique à l'étranger.

IV. — Recherches poursuivies à la station de Versailles (1951-1954).

Buts.

Matériel et Techniques.

Étude de la résistance des variétés inscrites au Catalogue français :

- a) leur comportement à l'égard de la provenance « Versailles » ;
- b) leur comportement à l'égard d'autres provenances.

Étude de la résistance des variétés américaines :

- a) leur comportement à l'égard de la provenance « Versailles ».
- b) leur comportement à l'égard d'autres provenances

Choix des géniteurs de résistance.

V. — Conclusion.

VI. — Résumé.

VII. — Références bibliographiques.

I. — INTRODUCTION

Le travail d'amélioration accompli sur l'avoine depuis un demi-siècle en France, et d'une manière générale en Europe, a eu pour objectif principal la création de variétés à grand rendement, résistantes à la verse et à grain fin.

Mais, comme les populations de pays dont elles sont issues, les avoines actuellement cultivées en France sont sensibles au charbon nu, à la rouille couronnée, à la rouille noire, à l'oïdium. Aussi, certaines années, voient-elles leur rendement diminué par ces maladies : la création de types résistants doit donc constituer un second cycle d'amélioration.

Un travail ayant pour but la création d'hybrides associant aux qualités des avoines actuelles une grande résistance à la rouille couronnée a été entrepris à la Station de Versailles en 1951 (1).

On trouvera ici, après une revue de nos connaissances sur la maladie et sur les problèmes que pose l'obtention de variétés résistantes, les premiers résultats des travaux d'amélioration poursuivis à Versailles.

II. — LA MALADIE ET SON AGENT

1. Importance économique de la maladie.

Jusqu'à ce jour, en France, aucune évaluation n'a été faite des dégâts occasionnés par la rouille couronnée. D'une part, l'irrégularité dans le temps et l'espace des attaques naturelles, d'autre part les difficultés d'une expérimentation précise, en sont les raisons principales.

Aux États-Unis et au Canada, les épidémies de rouilles sont plus graves et plus régulières qu'en Europe. Aussi, dès le début du siècle, ont-elles constitué le souci majeur des agronomes. HUMPHREY, en 1927, évaluait les pertes causées par la rouille couronnée à 15.390.000 quintaux, soit environ à 8 p. 100 de la récolte. En 1928, IMMER et STEVENSON, à partir d'essais comparatifs, concluent à des différences de 20 bushels par acre, soit environ 6 quintaux par hectare entre parcelles infectées et saines.

En France, l'importance des attaques observées certaines années, 1950-1951, aussi bien sur avoines d'hiver que de printemps, ne peut laisser de doutes sur l'incidence économique de la maladie.

2. Description de la maladie.

La rouille couronnée apparaît généralement sur les variétés de printemps vers la mi-juin, soit peu après l'épiaison de la plupart d'entre elles.

De petites pustules ou sores de couleur orangé-rouge, de forme ovale, se développent sur le limbe des feuilles. Elles laissent échapper une fine poussière de spores, les urédospores. Débutant par foyers, la maladie progresse rapidement en conditions favorables : les dernières feuilles, puis les gaines foliaires, voire les tiges, les rameaux des épillets se couvrent de sores nouveaux en 2 à 3 semaines.

(1) Ce travail fut conduit de 1951 au printemps 1953 par M. BARRAUD alors Ingénieur-Adjoint à la Station Centrale.

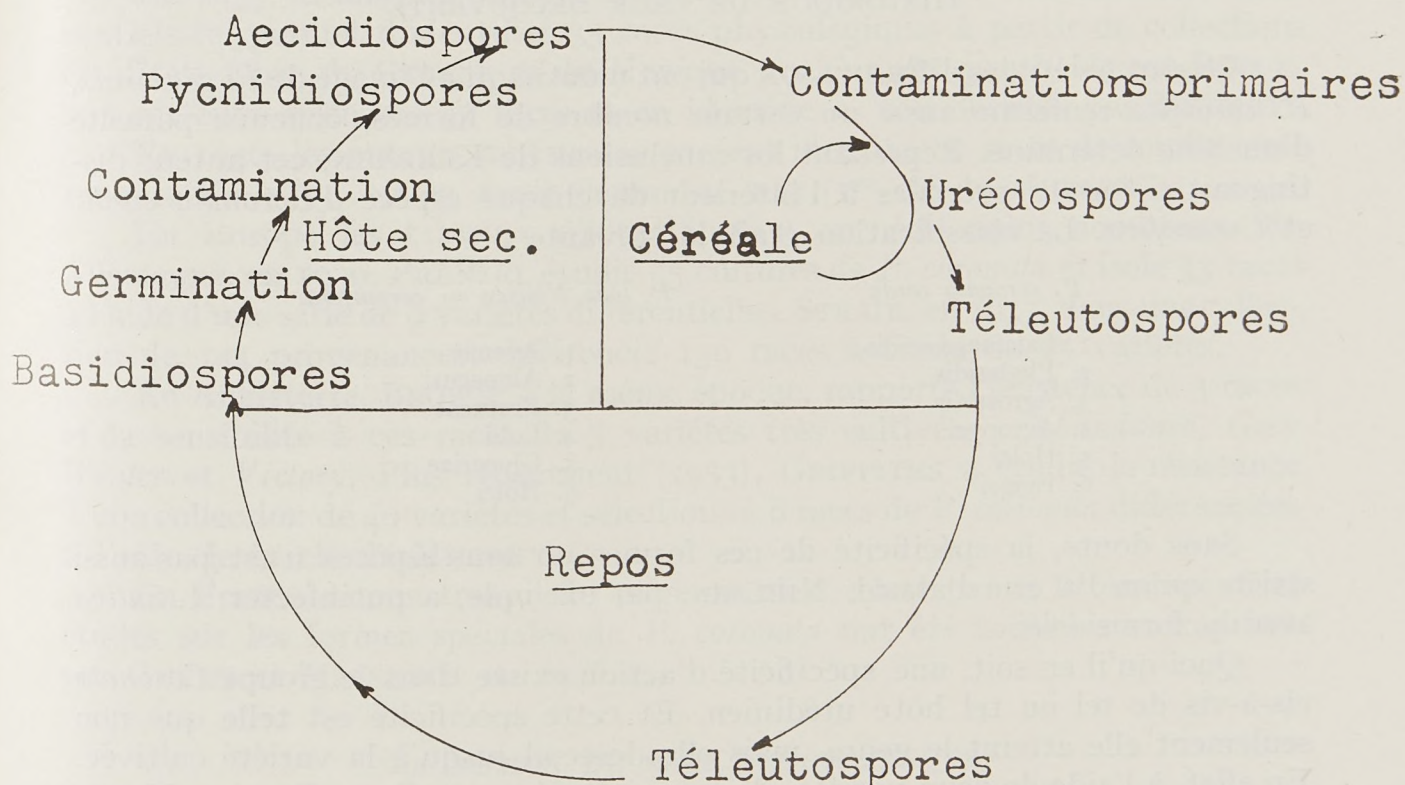
Sur avoines d'hiver, des foyers de rouille peuvent apparaître dès la fin novembre. Un hiver doux et humide, cas fréquent dans les régions de culture d'avoines d'hiver, favorise leur expansion ; dès la venue du printemps, l'attaque peut atteindre un maximum dont la précocité fait toute la gravité.

Vers la mi-juillet, les urédospores s'entourent d'îlots orbiculaires noirs violacés : ce sont les sores à téléutospores ou « spores d'été ». N'apparaissant que peu avant la récolte sur des feuilles déjà desséchées, cette deuxième phase de la maladie est moins spectaculaire que la phase à urédospores : son action parasitaire est probablement aussi moindre.

3. L'agent parasite.

a) Son cycle biologique.

Le parasite responsable de cette rouille est un basidiomycète du genre *Puccinia* et du groupe *Coronifera*. Ce champignon est donc assez voisin de *Puccinia graminis* responsable de la rouille noire des céréales. Leurs cycles biologiques, résumés dans le schéma suivant, sont, notamment, très semblables.



Ainsi que l'ont montré, en effet, de nombreux auteurs, de BARY (1866), NIELSEN (1877), PLOWRIGHT (1889), KLEBAHN (1892), ERICKSSON (1894), la rouille couronnée est une rouille hétéroïque : les téléutospores, après avoir hiverné sur le sol, germent au printemps, et les basidiospores à qui elles donnent naissance ne peuvent germer que sur un second hôte, les *Rhammus frangula* et *cathartica*.

Cependant, après avoir considéré que ces 2 *Rhammus* peuvent recevoir indistinctement toute spore de *P. coronata*, les recherches ultérieures, notamment celles de KLEBAHN, ont montré que *P. coronata* peut se diviser en 2 sous-espèces identiques morphologiquement mais différant par leur deuxième hôte.

— *P. coronata corda* forme ses écidies uniquement sur *Rhammus frangula* et n'infecte pas l'avoine cultivée.

— *P. coronifera* = *P. lolii* forme ses écidies sur *Rhammus cathartica* dont les spores iront infecter *Avena sativa*.

Cette distinction a, par la suite, été très controversée. Ainsi, NIELSEN, confirmant les travaux de KLEBAHN a montré que seules les aecidiospores de *Rhammus cathartica* peuvent infecter *Lolium perenne*, lequel a pu donner des urédospores capables d'infecter *A. sativa*.

Par contre, TREBOUX (1912) réussit à infecter *A. sativa* à l'aide d'aecidiospores prélevées sur *Rhammus frangula*. DIETZ (1927) a pu faire apparaître des écidies sur *Rhammus frangula* à partir de téléspores prélevées sur *A. sativa*.

L'ensemble de ces observations permet donc de retenir pour très fragile la distinction faite par KLEBAHN de deux sous-espèces *Coronata corda* et *coronifera*. Toutefois leur intérêt est de nous faire pressentir une certaine diversité dans les affinités parasitaires de ce champignon : l'existence des formes spéciales et des races physiologiques, mise en évidence depuis lors, l'a particulièrement confirmé.

b) Les formes spéciales et races physiologiques de *P. coronata*.

HISTORIQUE DE LEUR DÉCOUVERTE

Ce sont les études d'ERICKSSON qui ont montré qu'à l'image de *P. graminis*, *P. coronata* renferme aussi un certain nombre de formes, chacune parasite d'un hôte déterminé. Reprenant les conclusions de KLEBAHN, cet auteur distinguait 6 formes spéciales à l'intérieur de chaque espèce : *Coronata corda* et *Coronifera*. La classification était la suivante :

<i>P. coronata corda</i>	<i>P. lolii</i> Nielsen = <i>coronifera</i>
1. Calamagrostidis	1. Avenae
2. Phalaridis	2. Alopecuri
3. Agrostidis	3. Festucae
4. Agropyri	4. Lolii
5. Holci	5. Glyceriae
6. Epigei	6. Holci

Sans doute, la spécificité de ces formes ou sous-espèces n'est pas aussi stricte qu'on l'a cru d'abord. NIELSEN, par exemple, a pu infecter *A. sativa* avec la forme *lolii*.

Quoi qu'il en soit, une spécificité d'action existe dans le groupe *Coronata* vis-à-vis de tel ou tel hôte urédinien. Et cette spécificité est telle que non seulement elle atteint le genre, mais elle descend jusqu'à la variété cultivée. En effet, à l'aide de deux variétés d'avoines *Ruakura* et *Green Russian*, HOERNER, en 1919, peut distinguer 4 formes physiologiques suivant le schéma suivant :

Formes	<i>Ruakura</i>	<i>Green Russian</i>
1	+	+
2	faible	faible
3	faible	+
4	+	faible

POPP, en 1926, avec une série de 3 variétés différentielles et d'échantillons reçus des diverses provinces du Canada distingue 4 formes physiologiques nouvelles. Depuis lors, les travaux considérables de MURPHY aux États-Unis ont conduit à l'identification d'un nombre grandissant de ces formes ou « races » physiologiques de rouille couronnée.

En 1930, cet auteur identifie 9 races à l'aide d'une série de 8 variétés-hôtes différentiels et d'échantillons prélevés soit sur *Avena*, soit sur *Rhammus*. L'identification était réalisée sur la jeune plantule et MURPHY, empruntant la nomenclature utilisée par STAKMAN dans ses études sur les races de *P. graminis* distinguait 7 types de réactions :

I : Immune, aucune réaction.

o : Taches chlorotiques ou nécrotiques, « flecks » ; pas de sores à urédospores.

1 : Taches nécrotiques et chlorotiques ; développement de très petites sores uré diniennes.

2 : Nécroses et chloroses plus rares ; développement de sores de taille petite à moyenne.

3 : Pas de nécrose ni chlorose ; sores de taille moyenne à développée.

4 : Pas de nécrose ni chlorose ; très grosses sores.

X = Mésothétique : Nécroses, sores de taille moyenne et grosses sores sur une même feuille.

Les types I, o, 1 et 2 étaient classés résistants ; les types 3 et 4 étaient classés sensibles.

En 1935, la mise au point d'une série standard de 11 variétés-hôtes différentiels lui permet d'identifier 33 races physiologiques à partir de collections des États-Unis, du Canada et du Mexique. Au Canada, parallèlement PETURSON retrouve 9 de ces 33 races et en identifie 2, non décrites par MURPHY.

En 1946, les auteurs américains avaient identifié 82 races de rouille couronnée. En 1953, on en avait dénombré 113 (1^{re} clé de MURPHY).

En Europe les travaux d'identification ont été moins nombreux. En Allemagne, en 1930, FRENZEL étudie 55 cultures de *P. coronata* et isole 33 races à l'aide d'une série de 9 variétés différentielles. STRAIB, en 1937, dans une collection de 144 provenances, différencie 139 races à l'aide de 15 variétés.

En Angleterre, BROWN, à la même époque, rapporte l'existence de 3 races et la sensibilité à ces races de 3 variétés très cultivées : *Abundance*, *Grey Winter* et *Victory*. Plus récemment (1953), GRIFFITHS a étudié la résistance d'une collection de 40 variétés et sélections à 8 races de *P. coronata* différenciées à l'aide de la clé de MURPHY.

En France, aucun travail de ce genre n'est relaté par la littérature. Des études sur les formes spéciales de *P. coronata* ont été toutefois entreprises par GUYOT et MASSENOT en 1946.

LA NOTION DE RACE PHYSIOLOGIQUE

L'ensemble des études poursuivies dans le monde démontre l'ampleur et la finesse de la spécialisation parasitaire des populations de *P. coronata*. Phénomène dans lequel tout travail d'amélioration génétique des variétés cultivées trouve un premier problème : la création de variétés résistantes à toutes les races physiologiques de rouille couronnée.

A ce sujet, il est important de souligner que la race physiologique de rouille ne constitue pas une entité génétique définie : ce n'est qu'un concept commode aux pathologistes pour désigner le « type » de comportement d'une population parasite à l'égard de variétés témoins, la série d'hôtes différentiels. Génétiquement, une race ou forme physiologique n'est donc que la famille des clones d'urédospores ayant en commun les mêmes types de réaction à l'égard des mêmes génotypes de résistance. Outre leurs affinités parasitaires différentes,

ces clones peuvent se distinguer par d'autres particularités tant biologiques que morphologiques : ce sont des biotypes. Par mutation ou par hybridation, ces biotypes sont à l'origine de nouvelles races. Ce sont eux aussi dont la coexistence — et la compétition — à l'intérieur d'une aire de culture restreinte forme ce qu'on appelle une « provenance ».

Toute provenance de rouille couronnée peut donc correspondre à une seule ou à plusieurs races. Pour s'en assurer, il paraît simple d'en isoler, par cultures monosores, voire monospores, le plus grand nombre de biotypes et de tester chacun d'eux sur une même échelle d'hôtes différentiels.

Mais l'on conçoit que le nombre restreint des génotypes de résistance témoins laisse toujours demeurer quelque incertitude quant à l'unité raciale de deux biotypes : les exemples sont déjà nombreux de biotypes identifiés à une même race et qui se comportent soudain différemment à l'égard d'un génotype nouveau. Ainsi certains biotypes de la race 45 attaquent-ils en Argentine les variétés *Mutica Ukrainia*, *Santa Fe*, *Landhafer* et *Trispermia*, alors que ces mêmes variétés sont résistantes à cette même race aux États-Unis. Les biotypes d'Argentine et des États-Unis appartiennent donc, en réalité, à deux races différentes : 45 et 45 Argentine, que seule l'adjonction d'une nouvelle variété à la série standard permet de différencier.

Par ailleurs, du choix arbitraire des génotypes-témoins dépend le découpage des populations parasites en races : tout autre échantillonnage des gènes de référence aurait conduit à une autre « mosaïque » raciale. Ainsi, KINGSOLVER et MURPHY (1940) ont étudié un groupe de 81 isollements monospores d'une part à l'aide de la série d'hôtes américains, d'autre part avec la série de STRAIB : dans le premier cas, ils ont pu déterminer 19 races, dans le second 46.

Enfin, la répartition des types de réaction en « résistant-sensible » demeure également arbitraire. Alors que les auteurs américains n'ont considéré que 3 groupes de réaction, 0-1-2, 3-4, et mésothétique, les auteurs allemands, FRENZEL notamment, ont distingué le groupe 0 du groupe 1-2. Allant même plus loin, FRENZEL a considéré la différence de rapidité de formation des téleutospores comme suffisamment importante pour garantir l'existence d'une race.

La notion de race physiologique est donc, avant tout, un concept taxonomique. C'est pourquoi, tout en fournissant un moyen simple et rapide d'investigation et de contrôle des propriétés du matériel parasite, la classification raciale des biotypes de rouilles est sujette, comme toute classification, à constante révision.

A travers cette notion de race, cependant, transparaît la réalité génétique de la spécialisation parasitaire dont doit tenir compte tout essai de création de variétés résistantes.

c) Le parasite et le milieu extérieur.

De nombreux auteurs, cherchant pour la plupart à réaliser avec plus de sécurité des infections artificielles, ont étudié l'influence des différents facteurs du climat sur le développement du parasite sur avoine.

L'humidité apparaît le facteur le plus indispensable à la germination de l'urédospore. En atmosphère saturée, selon ROEMER, 53 p. 100 des urédospores germent ; à 50 p. 100 d'humidité, 45 p. 100 ; à moins de 50 p. 100 d'humidité, la germination est faible.

La température également est un facteur important. Selon HOERNER, la germination débute au voisinage de 7°C, l'optimum se situant entre 17°C et

20°C, le maximum vers 30°C. Pour MELHUS et DURRELL (1919), la germination débiterait à 1°C. D'après HOERNER, les spores supporteraient une température de — 32°C sans perdre leur pouvoir germinatif.

Très sensible à l'humidité, assez peu exigeante en chaleur, la rouille couronnée apparaît bien être une rouille à vocation climatique tempérée, océanique.

L'influence de la lumière n'a été que peu étudiée. Selon MANERAL, les urédospores conservent leur faculté germinative pendant 164 jours à l'abri de la lumière. Par ailleurs, d'après HOERNER, en lumière vive, le pouvoir germinatif est nul après 23 jours. Nous-mêmes avons pu constater, lors d'essai de germination en « goutte pendante », qu'à la lumière naturelle, 81 p. 100 d'urédospores étaient germées au bout de 24 heures ; à l'obscurité, la germination demeurait nulle au bout du même temps.

L'état de maturité des spores conditionne également leur pouvoir germinatif. MELHUS a constaté que les urédospores nouvelles formées germent très mal, celles vieilles de 2 jours et plus germent bien et de façon constante jusqu'à dépérissement de la feuille. Par ailleurs, selon VIENNOT-BOURGIN, les urédospores produites au moment où la sporulation est active conservent moins longtemps leur faculté germinative que des spores de début printemps ou de fin d'été.

A l'encontre de la germination, la phase d'incubation n'est sensible qu'au facteur température. FRENZEL donne 8 à 9 jours comme durée normale.

De même, la durée de la fructification paraît sensible seulement à la température. Selon ROEMER, elle dure :

19	jours à 10°C,
11,1	— à 15°C,
7,8	— à 20°C.

D'après VIENNOT-BOURGIN, les téléutospores ne peuvent germer qu'après avoir subi le froid hivernal : les essais de germination restent négatifs sur des spores d'été ou d'automne. Par contre, après avoir hiverné, des probasides de fin d'été germent tout aussi bien que celles de début juillet. Leur pouvoir germinatif, en bonnes conditions de conservation, — endroit sec, — dépasse une année.

III. — MÉTHODES DE LUTTE

1. Traitements chimiques.

Jusqu'ici, l'utilisation de traitements chimiques n'a pas donné satisfaction dans la lutte contre les rouilles.

En 1951 et 1952, un certain nombre de produits ont été expérimentés aux États-Unis dans le Minnesota : soufre mouillable, Ferbam (diméthyl dithiocarbamate de fer) ; Zinebe (éthylène bisdithiocarbamate de zinc) ; Manzate (éthylène bisdithiocarbamate de manganèse) ; Phygon (2-3 dichloro, 1-4 naphthoquinone) ; Ammate (sulfamate d'ammonium). Tous ces produits ont été expérimentés avec plus ou moins de succès contre les rouilles noire et brune du blé. Aucun ne semble avoir été jusqu'ici essayé contre la rouille couronnée. Mais même si certains corps s'avèrent actifs, l'inconvénient majeur de la méthode chimique demeure la difficulté d'épandage des produits à un stade souvent avancé du développement de la plante.

2. Lutte génétique.

a) Ses problèmes.

LA SPÉCIALISATION PARASITAIRE

Comme l'a fait pressentir l'étude de la notion de « race », la spécialisation parasitaire des biotypes de rouilles constitue l'obstacle le plus important à la réussite d'un travail d'amélioration génétique des variétés. Son succès dépend essentiellement du nombre de races auxquelles les géniteurs choisis seront résistants. Quelle méthode suivre alors dans la recherche de ces géniteurs ?

L'identification des races existant à l'intérieur de l'aire de culture de la variété future suivie de tests de résistance à chacune de ces races d'une collection, la plus grande possible, de variétés, paraît être la méthode la plus rationnelle et la plus sûre.

Mais ce qu'on a dit plus haut, d'une part du degré de certitude à accorder à l'identité raciale basée sur une série restreinte de variétés, d'autre part du mélange de races que peut constituer une provenance de rouille, permet de penser que l'utilisation des seules provenances peut conduire aussi sûrement et plus rapidement au même résultat. Seul un nombre très grand de races à l'intérieur d'une même provenance pourrait rendre négatifs de tels tests, aucune variété n'étant résistante à toutes à la fois. Or ce nombre est toujours restreint et souvent réduit à l'unité ; par ailleurs, comme nous le verrons, les génotypes résistants à plusieurs races ne sont pas rares.

Indépendamment de toute étude préalable des races, mais à l'aide du plus grand nombre de provenances, il apparaît donc possible de faire un choix judicieux des géniteurs de résistance à de nombreux biotypes.

L'on peut également envisager le tri de la descendance hybride à l'aide des mêmes et seules provenances parasites. Cependant, au cours de la sélection, il est indispensable de vérifier la permanence des propriétés parasitaires du matériel inoculum de départ. La méthode de contrôle la plus simple, bien qu'approchée, semble bien être alors la détermination des races de chaque provenance. Sans conditionner le choix des géniteurs, l'identification raciale des provenances utilisées peut donc apporter un complément de sécurité lors de la conduite de la sélection.

De plus, toute étude du caractère résistance, à la fois dans son hérédité et sa physiologie, demande que l'on emploie toujours le même matériel génétique comme inoculum : la multiplication du même biotype et le contrôle fréquent de son identité raciale, sur une série de variétés la plus étendue possible, s'avère alors nécessaire.

La spécialisation des biotypes de rouille couronnée, et des rouilles en général, n'est donc pas un obstacle insurmontable à la lutte génétique : l'utilisation du plus grand nombre de provenances d'une part, un contrôle racial d'autre part, en sont les deux facteurs principaux de réussite.

LES MÉCANISMES ET L'HÉRÉDITÉ DE LA RÉSISTANCE

Si les études sur la spécialisation raciale ont été nombreuses, peu d'observations ont été réalisées de façon précise sur les mécanismes du caractère résistance lui-même. Peut-être, pourtant, une connaissance meilleure de la physiologie du caractère aurait-elle pu faciliter l'étude même des races. De

plus, la plupart des travaux ont eu pour domaine exclusif la résistance à la rouille noire du blé.

Deux types de résistance seraient à distinguer. Une résistance « physiologique » d'une part, dite encore « protoplasmique » due à une incompatibilité de l'hôte et du champignon ; la mort des cellules parasitées entraîne la mort du parasite lui-même. Un autre type de résistance dit « fonctionnel » expliquerait le comportement de certaines variétés résistantes au stade adulte à plusieurs races de rouille noire, alors qu'elles y sont sensibles à l'état de plantule. Ainsi l'extension de *P. graminis tritici* se trouve limitée à un espace très restreint chez les variétés dont le chaume présente de larges bandes de sclérenchyme. Également quelques auteurs ont trouvé une corrélation chez la variété *Hope* entre la forme, l'heure d'ouverture des stomates et la résistance à la rouille noire.

SOWER (1909), VAVILOV (1912) ont essayé aussi d'étudier la relation entre la résistance de certaines variétés d'avoines et certaines caractéristiques physiologiques telles que la taille, le nombre et la distribution des stomates sur les feuilles. Aucune corrélation n'a été rencontrée. Toutefois, comme l'a observé, dès 1935, MURPHY, si aucune variété ne s'avère plus sensible au stade adulte qu'au stade plantule, par contre, certaines avoines sont sensibles au stade jeune, et résistantes au stade adulte à la rouille couronnée.

Parallèlement aux travaux d'amélioration, de nombreuses études ont été poursuivies, tant aux États-Unis qu'au Canada, sur la génétique du caractère résistance.

Quatre sources de résistance ont été particulièrement utilisées dans ces travaux :

- *Victoria*, variété originaire d'Amérique du Sud.
- *Bond*, variété australienne (*A. byzantina*).
- *Landhafer*, venue d'Uruguay (*A. byzantina*).
- *Santa Fe*, venue d'Amérique du Sud.

SMITH (1934) a trouvé que plus d'un facteur commande l'hérédité du type *Victoria* de résistance, celle-ci étant dominante ou à dominance intermédiaire. Les études ultérieures de LITZENBERGER (1948) ont montré que le type *Victoria* dépendrait d'une seule paire de gènes majeurs fortement liés aux gènes de sensibilité à l'Helminthosporiose (*Victoria blight*). Mais, des récents travaux de WELSH, PETURSON et MACHACEK (1954) à Winnipeg, il ressort que la variété *Victoria* possède plus d'un gène de résistance à la rouille couronnée. L'étude de 3 croisements faisant intervenir les variétés *Garry* — (*Victoria* × *RL 524*) × *Victory* — et *RL 1987*, également issue de *Victoria*, indique que la résistance aux races 4, 5, 34 A et 57 est dominante et gouvernée par un seul gène majeur lié à la sensibilité au *Victoria blight* ; au contraire, la résistance à la race 45 ainsi qu'aux races 1, 2, 3, 6, 24, 34 et 38 est commandée par 3 gènes dominants, un seul des 3 étant lié à la sensibilité au *Victoria blight*.

Le type *Bond* de résistance a généralement été reconnu bifactoriel dominant ou semi-dominant.

HAYES, MOORE et STAKMAN, en 1937, montrent que 2 paires de facteurs complémentaires dominants commandent la résistance de *Bond*. TORRIE, en 1939, étudie la descendance d'un croisement *Bond* × *Iowa 444* : une disjonction du type, 9 assez résistants, 3 immunes, 4 sensibles, lui prouve l'existence de 2 facteurs, l'un S, facteur de résistance, l'autre I, inhibiteur partiel de S, chez la variété *Bond*.

Plus récemment on a utilisé à la Station du Minnesota la variété *Landhafer*,

résistante à toutes les races au stade plantule. KEHR (1919) a montré qu'une seule paire de facteurs, non allèles de ceux apportés par la variété *Bond*, paraît commander sa résistance.

OSLER et HAYES, enfin, ont fait appel à la variété *Santa Fe* comme générateur de résistance à la race 45. 3 facteurs génétiques, C, D, S, semblent conditionner le caractère : C et D seraient 2 gènes à action complémentaire, et S un gène à action indépendante ; de plus ces facteurs ne sont pas allèles de ceux de *Bond*.

La génétique du caractère résistance montre donc que celle-ci est simple. En particulier la plupart des facteurs identifiés commandent la résistance à plusieurs races. Il apparaît ainsi possible, par une combinaison judicieuse de ces gènes, de créer des génotypes résistants à toutes les races actuellement connues. Le travail accompli dans ce sens dans le Nouveau Monde en témoigne.

b) La lutte génétique dans le Nouveau Monde.

Les travaux les plus importants ont été réalisés aux États-Unis et au Canada. Depuis 25 ans, en effet, des variétés possédant des facteurs de plus en plus nombreux de résistance non seulement à la rouille couronnée mais aussi à la rouille noire (*P. graminis avenae*) et au charbon nu (*Ustilago avenae*) ont été offertes aux agriculteurs.

C'est en 1929 que l'on remarqua à la Station d'Ames, en Iowa, la grande résistance à la rouille couronnée de deux variétés *Victoria* et *Bond*.

La création d'avoines résistantes à la rouille noire étant, par ailleurs, depuis 1915, un autre objectif de la sélection, des croisements furent réalisés entre les deux variétés précédentes et des géniteurs de résistance à la rouille noire tels que *Fulghum*, *Richland*, *Anthony*, *Iowa D69*, *White Russian*, *Iogold*. Toutes ces avoines apportaient, de plus, la résistance à de nombreuses races de charbon.

De ces croisements sont issues, vers 1940, diverses variétés, les unes descendant de *Victoria*, telles *Vicland*, *Tama*, *Boone*, les autres de *Bond*, telles *Benton*, *Clinton*. Mais l'apparition de nouvelles races de *P. graminis avenae* a bientôt conduit les chercheurs canadiens à utiliser de nouveaux stocks de gènes de résistance à cette rouille. Des lignées tirées des populations *Hajira*, originaire d'Égypte, et *Joanette*, dont on trouve également des populations en France, ont apporté ces gènes et été croisées avec *Victoria* et *Bond*.

Dès 1947, la Station de Winnipeg multiplie la variété *Garry* issue du croisement *Victoria* × (*Hajira Banner*) × *Victoire*. Cette variété est résistante à la plupart des races de rouille couronnée, de rouille noire et de charbon nu. Parallèlement, en 1950, la Station du Minnesota met en essais des lignées de divers croisements, tels :

<i>Bond</i> × <i>White Russian</i>	<i>Hajira</i> × <i>Joanette</i>
<i>Bond</i> × <i>Rainbow</i>	
<i>Bond</i> × <i>Iogold</i>	<i>Hajira</i> × <i>Banner</i>

Pourtant, vers 1946, deux nouveaux problèmes avaient remis en question l'heureuse issue de cette deuxième phase de sélection.

D'une part, une forte attaque d'Helminthosporiose se développe au Canada, cette année-là, sur la variété *Victoria* et tous les hybrides qui en dérivent. Aussi, pendant quelques années, les hybrideurs canadiens, imitant leurs collègues américains, ont-ils utilisé la variété *Bond*, résistante au *Victoria blight*.

D'autre part, de nouvelles races de rouille couronnée auxquelles *Bond* et *Victoria* sont sensibles ont rendu nécessaire, dès 1946 également, la recherche de nouveaux géniteurs de résistance. *Landhafer* et *Santa Fe*, jusqu'ici résistantes à toutes les races au stade plantule, ont apporté ces nouveaux gènes : selon OSLER et HAYES, en 1953, un certain nombre de lignées en F_4 et F_5 des croisements *Bonda* $\times$ *Hajira-Joanette* et *Hajira-Joanette* $\times$ *Bond-Rainbow* avaient été recroisées par *Santa Fe* et étaient en F_2 , F_3 ou F_4 .

Les travaux de génétique entrepris de concert, depuis près de 40 ans, au Canada et aux États-Unis ont donc conduit, par étapes successives, à la mise en culture d'avoines résistantes tant à la rouille couronnée qu'à la rouille noire et au charbon.

Le tableau I en retrace la généalogie. En Amérique du Sud également, surtout en Argentine, des travaux d'hybridation sont entrepris à l'aide des géniteurs américains et locaux (VALLEGA).

La lutte génétique, bien que méthode longue et complexe par les problèmes qu'elle soulève, a donc déjà porté ses fruits à l'étranger. Elle seule, par les combinaisons géniques de mieux en mieux « armées » auxquelles elle conduit, peut leur faire atteindre, un jour, les limites mêmes de la variabilité du parasite.

IV. — RECHERCHES POURSUIVIES A LA STATION DE VERSAILLES

Les travaux entrepris à la Station de Versailles ont eu pour premier objectif la recherche de géniteurs de résistance à la rouille couronnée. Or on sait toute l'importance que représente cette première phase pour l'avenir d'un travail d'amélioration : l'utilisation d'une variété insuffisamment résistante, ou résistante à un trop petit nombre de races est souvent le résultat d'un choix trop hâtif du géniteur.

Deux facteurs, dès lors, conditionnent la bonne conduite de cette première sélection : d'une part la réunion d'un matériel variété et parasite important, d'autre part l'utilisation de techniques d'infections sûres.

1. Matériel et techniques.

a) Le matériel variétal.

Outre la collection des variétés inscrites au Catalogue français, la Station possède une collection mondiale des avoines. Les observations faites depuis de nombreuses années dans cette collection ont permis d'en extraire certaines variétés paraissant présenter quelque résistance à la maladie. A celles-ci sont venues s'ajouter, grâce à l'obligeance du Dr STAKMAN, WELSH, MURPHY et VALLEGA, un important lot de variétés américaines.

b) Le matériel parasite.

Jusqu'en 1954, toutes les infections artificielles ont été réalisées à l'aide de la provenance « Versailles ». Durant l'automne 1954, des infections ont été effectuées à l'aide d'autres provenances, les unes du Bassin Parisien, les autres de Bretagne et du nord de la France.

c) Les techniques d'infection artificielle et de notations.

A partir de 1952, des infections artificielles en plein champ ont été réalisées. Si la réussite de cette technique dépend, comme l'infection naturelle, des conditions de milieu, elle permet, par contre, un apport massif d'inoculum à une époque favorable et de façon homogène ; de là des observations plus complètes qu'en infection naturelle.

En 1953 et 1954, des infections ont été réalisées en serre sur des plantes au stade 1^{re} feuille. On sait la corrélation mentionnée par divers auteurs entre la résistance aux stades jeune et adulte. L'utilisation d'un test aussi précoce peut alors être d'une grande utilité à la fois lors du choix des géniteurs et de leurs descendants hybrides.

1^o INFECTION AU CHAMP

Au semis, chaque variété à étudier est disposée à proximité d'une variété très sensible suivant le schéma simple : T. A. B. T.

Juste à l'épiaison, un mélange de talc et de spores (technique utilisée en 1952 et 1953) ou une suspension de spores dans l'eau (1 cc pour 40 litres d'eau) sont projetés ou pulvérisés sur les feuilles. Les infections sont faites le soir, par temps couvert et chaud. 2 à 4 infections ont pu être réalisées chaque année de fin-mai à mi-juin. En 1952 et 1953 les premières urédospores sont apparues 12 jours après la contamination. En 1954, où le printemps fut froid, l'incubation a été de 18 jours.

Les conditions climatiques de l'année influencent plus encore le développement de l'infection : un coup de chaleur de début juillet, en 1952, arrêta net l'épidémie. En 1954, le temps froid a défavorisé la multiplication des urédospores primaires : 3 générations urédiennes ont été nécessaires pour amener l'infection à son étale. D'une manière générale, les contaminations les plus précoces ont le plus de chances de succès.

Le développement de la rouille a été chaque année suivi sur le témoin sensible. Aux approches du maximum d'infection, plusieurs notations ont été réalisées selon l'échelle suivante :

- 0 = Aucune pustule, ni nécrose, ni chlorose.
- 0,5 = Taches nécrotiques ou chlorotiques, avec parfois, développement de très petites pustules.
- 1 = Assez nombreuses petites pustules avec une auréole de décoloration.
- 2 = Assez nombreuses pustules, les unes petites, les autres de taille moyenne, auréole de chlorose moins visible.
- 3 à 5 = Pustules de plus en plus nombreuses et de plus en plus grosses.

Cette échelle essaie de tenir compte à la fois du type de réaction de la plante et de l'abondance des urédospores sur la feuille.

D'autres échelles de notation ont été utilisées par divers auteurs.

En 1920, DURRELL et PARKER ne tiennent compte, dans le système qu'ils proposent, que de la surface parasitée : 6 planches-types donnent à chaque expérimentateur les repères 5, 10, 25, 40, 65 et 100 p. 100 de surface parasitée.

MURPHY, en 1935, adjoint à ces pourcentages une note allant de 0,1

à 1,0 et servant d'équivalent numérique du type d'infection. Un coefficient, produit du pourcentage d'infection par l'équivalent numérique du type d'infection, est alors calculé pour chaque variété.

Cette échelle tient donc compte du type et du degré d'infection. Toutefois elle oblige à une double notation. Par ailleurs, dès que l'on atteint les types sensibles, il nous paraît difficile de les chiffrer objectivement : une notation basée sur la surface parasitée seule, que traduisent les chiffres allant de 2,5 à 5 dans notre échelle, semble préférable.

Du reste, certains auteurs, tel LEVINE, qui utilisent le coefficient d'infection pour la rouille noire, rouille de tige, n'emploient que l'échelle proposée par DURRELL et PARKER pour les rouilles de feuilles.

2° INFECTION EN SERRE

Les variétés à tester sont semées en pots de 12 cm à raison de 2 variétés et d'un témoin sensible par pot. La contamination est réalisée au stade 1^{re} feuille, l'inoculum étant issu de la multiplication en serre, sur hôte sensible, de spores prélevées en plein champ.

Les urédospores, mélangées à du talc — 1 partie pour environ 50 parties de talc — sont projetées sur les jeunes plantules préalablement recouvertes de fines gouttelettes d'eau à l'aide d'un atomiseur. Les plantes ainsi contaminées sont portées dans une chambre humide où elles demeurent 48 heures à une température aussi voisine que possible de 20° et une humidité de 80 à 85 p. 100. La lumière reçue par ces plantes en incubation est une lumière naturelle tamisée par la mousseline de la chambre humide.

La période d'incubation, comptée de la date d'infection à la sortie des premières urédospores, varie de 8 à 12 jours, selon la température mais généralement au bout de 5 à 7 jours, des points de chlorose apparaissent aux endroits où sortiront les urédospores.

Les notations sont faites 48 heures et 4 jours après la sortie de ces dernières, l'échelle adoptée étant celle de STAKMAN et MURPHY, précédemment décrite. Bien que les conditions de température n'aient pu être rigoureusement réglées, les fluctuations enregistrées au cours des répétitions n'ont été que de l'ordre de un demi à un degré de l'échelle de STAKMAN. La note maxima observée a été retenue comme définitive.

2. Étude de la résistance des variétés inscrites au Catalogue français.

a) Leur comportement à l'égard de la provenance « Versailles ».

Le tableau II montre qu'au champ aucune de ces variétés n'est immune à la rouille couronnée de Versailles.

Deux variétés seulement, parmi les 67 étudiées, présentent une certaine résistance : *Rouge d'Algérie*, une variété exclusivement cultivée dans le sud de la France et qui appartient à l'espèce *A. byzantina* ; *Joanette*, encore appelée *Avoine de Chenailles* et dont diverses lignées ou populations sont encore cultivées dans certaines régions, le Loir-et-Cher, le Loiret notamment.

TABLEAU II

Comportement des variétés françaises à l'égard de la provenance « Versailles ».

Type de réaction en serre	Note maxima au champ (1950-1954)		
	I	2,5	4-5
0 1 2 3-4	Rouge d'Algérie	Joanette	Panache de Roye Synda ⁽¹⁾ Autres variétés ⁽²⁾

⁽¹⁾ Variété récente, observée en 1954 seulement.⁽²⁾ Variétés testées :*Avoines de printemps.*

Aigle, Altesse Jaune, Starlette de Moyencourt (1954), Avoine de Versailles, Blanche de Wattines (1954), Blanche du Vieux Moulin, Brieligo, Espoir, Étoile, Extra-cloche, Flamande Desprez, Fleur du Nord (1954), Furie Vilmorin, Grignonnaise, Grise de Houdan (Schribaux), Grise de Cra-ponne, Hâtive de la Délivrance, Hâtive d'Orchies, Jaune d'Artois, Jaune d'Yvois, Jehan de Brie-Leader, Léone, Ligowo III, Von Lochow, Luciole, Mansholt Binder, Mansholt III, Mantoise, Montferrandaise, Multigrap, Nappe d'Argent, Noire Champenoise à grappes, Noire de Moyencourt, Noire Hâtive de Michamp, Noire Précoce de Noisy, Noire d'Herpinval, Nordine (1954), Orion, Pluie d'Or II, Pégase, Primus, Reine Vilmorin, Sirius, Soleil II, Trophée Vilmorin, Véga, Victoire.

Avoines d'hiver.

Avoine du Prieuré, Blanche d'Hiver des Ardennes, Grises d'Hiver (DENAIFFE-DESPREZ-RENNES-TOURNEUR-VILMORIN-TÉZIER) ; Grise Inversable d'Hiver Lafite, La Gaillarde, Noire d'Hiver des Ardennes, Souveraine-Lepeuple.

Au stade plantule, ces deux mêmes variétés se distinguent par leur type de réaction, 0 et 1 respectivement. Deux autres avoines cependant, bien que notées de 3 à 5 au champ présentent un type 2 en serre, donc résistant suivant la nomenclature de MURPHY : ce sont *Panache de Roye* et *Synda*.

Aucune des variétés actuellement cultivées en France ne paraît donc être un géniteur de haute résistance. Toutefois le comportement de *Rouge d'Algérie*, seule *A. byzantina* parmi les variétés étudiées et seule à manifester un type hypersensible en serre, laisse à présumer l'existence dans l'espèce *A. byzantina* de gènes de résistance intéressants pour notre provenance.

De plus, le comportement de *Joanette*, *Panache de Roye* et *Synda* laisse supposer l'existence de certains gènes de résistance chez nos vieilles populations de pays.

Joanette est une de ces populations. Ses réactions aux stades jeune et adulte traduisent certainement la présence de facteurs de résistance à action précoce et prolongée. Il est utile, à ce propos, de rappeler que des lignées de *Joanette* ont été utilisées aux États-Unis comme géniteurs de résistance au charbon et à la rouille noire.

Panache de Roye est issue de la vieille variété *Jaune géante à grappes* cultivée dans le nord de la France.

Synda est issue de *Rougette de Châteaudun*, autre population locale.

Chez ces deux variétés l'on peut supposer que seuls existent des facteurs à action précoce mais limitée au stade jeune.

b) Leur comportement à l'égard d'autres provenances.

Six autres provenances, 4 de la Région Parisienne, 2 autres de Rennes (Ille-et-Vilaine) et d'Orchies (Nord) ont été étudiées en serre. Le tableau III donne les réactions observées.

TABLEAU III

Types de réaction au stade plantule des Avoines françaises à diverses provenances de rouille couronnée.

Provenances Variétés	Versailles et Région Parisienne	Rennes (I.-et-V.)	Orchies (Nord)
Rouge d'Algérie.....	0	0	2
Joanette.....	1	1	1
Synda.....	2	1	1
Panache de Roye.....	2	2	3
Noire hâtive de Michamp.....	3	4	1
Autres variétés.....	3-4	3-4	3-4

TABLEAU IV.

Comportement au champ des variétés américaines à l'égard de la provenance « Versailles »

Variétés hautement résistantes						Variétés très résistantes					
	1950	51	52	53	54		1950	51	52	53	54
Benton	0	0	0	0	0	Bonda	—	—	0	0,5	0
Bond	0	0	0	0	0	Columbia × (V. R.)	—	—	0	0,5	0
Bondvic	—	—	—	—	0	4988	—	—	0	0,5	0
Bonham	—	—	0	0	0	KHC 4	0	0	0,5	0	0
Cherokee	—	—	0	0	0	Landhafer 3522	—	—	—	—	0,5
Clinton	0	0	0	0	0	Lettoria	—	0,5	0,5	—	—
(Clinton × Marion)						Mohawk	0	0	0	0,5	0
5440	—	—	0	0	0	Nortex	—	—	0	0,5	0,5
Colo.....	—	—	0	0	0	Santa Fe 4518	—	—	0,5	0,5	0
Ferguson	—	—	0	0	0	Tama	0	0	0	0,5	0
Garry	—	0	0	0	0	Trispermia	—	—	—	—	0,5
Garry RL 1692-27 ..	—	—	—	—	0	(Victoria × Rich-					
KHC 2m-2	—	0	0	0	0	land) 5	—	0	0	0,5	0,5
La Estanzuela F12..	—	0	0	0	0	(Victoria × Rich-					
Mindo	—	—	0	0	0	land) 524-922	—	0	0	0,5	0,5
Mo-0-200	—	0	0	0	0	White Russian	0,5	0	0	0	0
Mo-0-205	—	—	0	0	0						
Rodney	—	—	—	—	0						
Sac	—	—	0	0	0						
Sac (Hajira-Joanette)											
5927	—	—	0	0	0						
Shelby	—	—	0	0	0						
Victoria 2401	—	—	0	0	0						
(Victoria × Rich-											
land) 3302	—	0	0	0	0						
Ukraine 3259	—	—	—	0	0						
Zéphyr	—	—	0	0	0						

Outre les 4 variétés précitées, *Noire Hâtive de Michamp* manifeste un comportement de type 1 à l'égard de la provenance « Orchies ». Or cette variété est une sélection dans la population *Joanette*. Ainsi se démontre à nouveau l'existence de gènes de résistance dans cette population.

Par contre *Rouge d'Algérie*, hypersensible aux autres provenances est du type 2 en présence de cette provenance du Nord. *Panache de Roye* manifeste un type sensible.

TABLEAU IV (suite)

Variétés assez résistantes						Variétés sensibles					
	1950	51	52	53	54		1950	51	52	53	54
Ajax	0	1	2	1	1,5	Amérique 2	—	3	0,5	3	5
Algérie	—	2	0	1	1	Blanche de Hongrie.	3	3	2	1	5
Algériensis 44	—	1	0	0,5	2	Canuck	—	—	0,5	2	3,5
Andrew	—	1	0,5	0,5	0	Colmar 112	—	—	0,5	3	5
Anthony	1	2	0	1,5	1,5	Daubeney	4	—	0,5	0,5	4
(Anthony × LN 344)						Erban (Station)	1	2	2,5	0,5	0,5
34	—	—	1	0,5	1	Garlstorfer Bardenha-					
Appler 1815	—	—	—	1	1	fer	—	2	0,5	3	5
Branch	—	—	0	1	0	834 Gembloux	3	4	0,5	0,5	5
Buck 152	—	1	0,5	1	2	Gallia	—	—	5'0	2,5	5
(Clinton × Marion)						Gopher	4	3	0,5	4	5
5647	—	—	0	2	0	Hajira	2,5	—	—	2	2
Crème	0	0	0,5	0,5	1	Hérissou 2923	—	—	0,5	1,5	5
Eaton	—	—	0	2	0	dans Hajira	3	—	0,5	4	5
Erban (Ottawa)	0	2	0	2	2	Impert	4	4	2,5	4	5
Fultex	0	1	1	1,5	—	Lachlan	1	3	2	1,5	3
(Hajira × Banner)						Iogold	4	2	0,5	4	5
4m-1	0,5	2	0,5	1	2	Larain	—	3	0,5	2	5
Hawkeye	0	2	0	0	1	Lee	4	5	—	—	—
Iowa D 67	0	1,5	1	1	1,5	Marion	0,5	3	0,5	0,5	1,5
La Estanzuela 64-5-3	—	—	2	0,5	0,5	Mindag II	—	3	2	5	2
La Estanzuela 1095 A	—	1	—	0,5	0	Mindag III	—	3	2	2,5	4
Lampton W 1788 ..	—	1	0	1	1	Pelso	—	—	2	0,5	5
Legacy	0	1,5	0	0	0	Pusa B 52	1	3	2	1	4
Minrus	—	—	0,5	2	0,5	Rainbow 1-D	4	3	2	2,5	1,5
Mulga	—	1	0	0	0,5	Rainbow 10-D	4	3	0,5	2,5	2
Myall	2	0	2	1	1,5	Shasta 3976	—	—	0,5	2	5
Overland (Station)...	0,5	1	0,5	1,5	2	Saia	—	—	—	4	4
Overland 4181	—	—	1	1	2	Soldanelle	2	3	0,5	0,5	2
Palestine 1005	0	1	2	0	2	Stanton	—	1	3	1	—
Ranger	—	5'0	1,5	—	—	Woodford	—	—	0,5	2,5	2
Santa Fe 4519	—	—	—	—	1,5	Yakurst	—	3	0,5	1	5
(Santa Fe × Clinton)											
5869	—	—	0,5	2	0						
(Victoria × Rich-											
land) 1-3	—	0	0	0	1,5						
Victor grain	—	—	1	1	0,5						
White Russian RL											
177	—	—	0,5	0,5	0,5						

Il semble donc qu'en France également existent des populations de rouille couronnée bien individualisées : certains biotypes du département du Nord révèlent des affinités parasitaires fort différentes de celles montrées par les autres provenances.

Une semblable conclusion ressort, du reste, de l'étude du comportement des variétés américaines à l'égard de cette provenance.

3. Étude de la résistance des variétés américaines

a) Leur comportement à l'égard de la provenance « Versailles »

Le tableau IV présente les notes obtenues au champ par chaque variété durant 1 à 5 années d'observation.

Un groupe de 24 variétés ayant chaque année reçu la note 0 s'affirme hautement résistant à notre provenance en plein champ.

A l'opposé, un autre groupe de 31 variétés dont la note maxima est égale ou supérieure à 2,5 n'ont jamais reçu la note 0.

Entre ces 2 groupes extrêmes, 46 variétés ont été notées de 0 à 2. 13 d'entre elles n'ont qu'irrégulièrement et en fin de végétation présenté quelques rares pustules.

Bien qu'une certaine fluctuation existe entre les années de notation, l'on peut donc distinguer 4 grands groupes de variétés suivant leur comportement en plein champ :

- les variétés hautement résistantes : note 0 ;
- les variétés très résistantes : note 0 à 0,5 ;
- les variétés assez résistantes : note 0 à 2 ;
- les variétés sensibles à très sensibles : note maxima supérieure à 2,5.

Le tableau V présente, en comparaison, le type de réaction en serre de toutes ces variétés et leur comportement au champ à l'égard de la provenance « Versailles ».

Si, d'une manière générale, l'on peut dire qu'aux types résistants au champ correspondent des types résistants en serre, l'on doit noter cependant que la concordance n'est pas parfaite. L'on peut seulement remarquer :

- Tous les types immunes ou hypersensibles en serre sont résistants au champ, la plupart étant hautement résistants.
- Tous les types 4 en serre sont sensibles à très sensibles au champ.
- Les types intermédiaires en serre (1-2-3) peuvent renfermer des variétés très sensibles à hautement résistantes.

Le terme de « concordance » entre les notations en serre et au champ doit donc être pris au sens large. Il existe seulement une corrélation au sens statistique du terme. En réalité, chaque variété est un cas particulier et la relation qui peut exister entre ses comportements à différents stades de la vie de la plante doit être recherchée dans l'étude de son génotype propre : de l'époque d'intervention de chacun des facteurs de résistance, de leur durée d'action, de leurs interactions également, dépend le comportement de la plante.

Le type de réaction au stade jeune d'une variété ne permet donc pas de présumer de son comportement exact au champ. Cependant, le double comportement serre-champ d'un géniteur rend possible, dans un croisement avec une variété n'apportant aucun facteur de résistance, un choix précoce des hybrides résistants : seuls les descendants présentant le même type de réaction en serre que le parent résistant sont susceptibles d'avoir le même comportement au champ. L'utilisation du test plantule permet alors d'éliminer, dans une F_2 ou une F_3 importante, nombre de plantes ou de lignées sensibles.

b) Leur comportement à l'égard d'autres provenances

24 variétés hautement résistantes à la provenance « Versailles » paraissent donc pouvoir être d'excellents géniteurs dans un programme d'hybridation.

TABLEAU V. — *Tableau comparatif du comportement aux stades plantule et adulte des variétés américaines à l'égard de la provenance « Versailles »*

Types de réaction en serre	Note maxima au champ (1950-1954)			
	0	0,5	1-2	≥ 2,5
I-0	Bond Bondvic Bonham Cherokee Clinton Garry Garry RL 1692-27 La Estanzuela F12 Mindo Mo-0-205 Victoria 2401 (Victoria × Rich-land)-3302 Rodney	Bonda Columbia × (V × R) 4988 Landhafer Lettoria Tama (Victoria × Rich-land) 5 (Victoria × Rich-land)-524-922	Algérie Andrew Branch (Victoria × Rich-land) 1-3 Ranger	
I	Benton (Clinton × Marion) 5440 Colo Mo-0-200 Sac × (Hajira-Joanette)-5927 Sac Shelby Ukraine 3259 Zéphyr	Mohawk Nortex Santa Fe 4518 Trispermia	(Clinton × Marion) 5647 Fultex Hawkeye La Estanzuela 1095 A La Estanzuela 64-5-3 Legacy Mulga Myall Overland (Station) Overland 4181 Santa Fe 4519 (Santa Fe × Clinton) 5869 Victor grain	Marion
2	Ferguson KHC-2m-2	KHC-4 White Russian	Ajax Algeriensis 44 Anthony (Anthony × LN 344) 34 Appler Erban (Ottawa) (Hajira-Banner) 4m-1 Iowa D67 Lampton W1788 Minrus Palestine 1005 White Russian RL 177	Canuck Colmar 112 Erban (Station) Hajira Iogold Mindag II Pusa B. 52 Rainbow 1-D Rainbow 10-D Soldanelle Stanton
3			Buck 152 Crème Eaton	Daubeney Garlstorfer-Bardenhafer 834 Gembloux Hérisson 2923 Larain Lee Mindag III Pelso Shasta 3976 Woodford
4				Amérique 2 Blanche de Hongrie Gopher Gallia dans Hajira Impert Lachlan Saïa Yakurst

Il était cependant important de vérifier la permanence de leurs réactions à l'égard d'autres biotypes.

Le tableau VI présente les types de réaction de ces variétés à l'égard des mêmes provenances citées plus haut. 8 variétés seulement manifestent à l'égard des 6 nouvelles provenances un type I ou o. Ce sont : *Bond*, *Bonham*, *Cherokee*, *La Estanzuela F₂ an F₁₂*, *Mindo*, *Colo*, *Mo-O 200*, *Shelby*.

TABEAU VI

Types de réaction en serre, à l'égard de 7 provenances, des variétés américaines hautement résistantes au champ à la rouille couronnée de Versailles.

	Versailles	Région Parisienne				Rennes	Orchies
		1	2	3	4		
Bond	I	I	I	I	I	I	o
Bondvic	I	I	I	I	I	I	3
Bonham	I	I	I	I	I	I	o
Cherokee	I	I	I	I	I	I	o
Clinton	I	I	I	I	I	I	I
Garry	o	I	I	I	I	o	I
New Garry	o	I	I	I	I	I	I
La Estanzuela F ₂ an F ₁₂	I	I	I	I	I	I	o
Mindo	I	I	I	o	I	I	o
Missouri o-205	I	I	I	I	I	I	2
Rodney	o	I	I	I	I	I	2
Victoria 2401	I	I	I	I	I	I	I
(Victoria × Richland) 3302	I	I	o	I	I	I	I
Benton	I	I	2	I	I	I	I
(Clinton × Marion) 5440	I	I	I	I	I	I	I
Colo	I	I	I	I	I	I	o
Missouri o-200	I	I	I	I	I	I	I
Sac	I	I	I	I	I	I	2
Sac × (Hajira-Joanette) 5927	I	I	I	I	I	I	I
Shelby	I	I	I	I	I	I	I
Ukraine 3259	I	I	I	I	I	I	I
Zéphyr	I	I	I	o	I	o	o
Ferguson	2	I	I	I	I	I	2
KHC 2m-2	2	2	2	2	3	3	3
Témoin-Pégase	4	4	4	4	4	4	4

Il est important de constater que 5 de ces variétés dérivent de *Bond* elle-même comprise dans ce groupe.

Par contre, les variétés issues de *Victoria*, telles que *Bondvic*, *Garry*, *New Garry*, (*Victoria* × *Richland*) 3302, et *Victoria* elle-même manifestent des types de réaction allant de 1 à 3 à l'égard de la provenance « Orchies ».

Ceci nous démontre à nouveau les affinités parasitaires particulières de cette origine de rouille couronnée. Les types de réaction à l'égard des autres provenances diffèrent assez peu de ceux observés avec la rouille de Versailles.

A l'aide des hôtes différentiels de la clé de MURPHY nous avons essayé d'identifier chacune des provenances utilisées à l'une des races différenciées par cet auteur.

Le tableau VII donne le résultat des observations. La clé de MURPHY différencie seulement la provenance « Orchies » des autres provenances. Cependant la suite de réactions observées ne correspond à aucune de celles men-

TABLEAU VII
Types de réaction des hôtes différentiels américains
à l'égard de différentes provenances.

	Anthony	Victoria 2401	Appler	Bond	Landhafer	Santa Fe	Ukraine	Trispermia	Bondvic	Saia	Race n°
	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	
Versailles	2 R	0 R	1 R	1 R	0 R	1 R	1 R	0 R	0 R	4 S	234
Région parisienne											
1	2	1	1	1	1	1	1	0	0	4	234
2	1	1	1	0	1	1	1	1	1	3	
3	1	1	1	1	1	2	1	0	1	3	
4	1	1	1	0	1	1	1	1	1	4	
	R	R	R	R	R	R	R	R	R	S	
Rennes	0 R	1 R	1 R	1 R	1 R	0 R	1 R	1 R	1 R	3 S	234
Orchies	0 R	1 R	2 R	1 R	2 R	3 S	1 R	2 R	3 S	1 R	?

tionnées par MURPHY : cette provenance ne s'identifierait donc à aucune des races observées aux États-Unis.

Par ailleurs, bien que cette clé rassemble en une même race les 6 autres provenances, les différences observées entre celles-ci sont significatives, chaque notation étant la réaction maxima observée sur 2 répétitions : ces différences ne traduisent que l'existence de biotypes différents à l'intérieur de chaque population.

On notera enfin que les variétés *Landhafer* et *Santa Fe*, géniteurs récemment utilisés aux États-Unis, manifestent respectivement un comportement de type 2 et 3 à l'égard de la provenance « Orchies ».

4. Choix des géniteurs de résistance.

L'ensemble des notations en plein champ réalisées à Versailles pendant 5 années et des tests de résistance au stade jeune à diverses provenances nous ont permis d'isoler 8 variétés manifestant une haute résistance à l'égard d'un certain nombre de biotypes du nord et de l'ouest de la France.

Cependant la plupart appartiennent à un même type génétique de résistance, type *Bond*.

Un choix restreint à ce seul type génétique ne serait pas sans danger pour l'avenir d'une sélection : l'historique des travaux effectués à l'étranger démontre la nécessité, dans une telle entreprise, de recourir à plusieurs origines génétiques de résistance : aucune des origines utilisées jusqu'ici ne s'est avérée résistante à toutes les races ; l'un des types, *Victoria*, s'est révélé soudain sensible à un parasite spécifique de ce groupe génétique, le *Victoria blight*.

Trop peu de provenances de *Puccinia coronata* ont été étudiées jusqu'ici : d'autres races peuvent exister en France auxquelles le type *Bond* serait sen-

sible. Selon GRIFFITHS (1953) celles-ci existent en Angleterre auxquelles à la fois les types *Bond* et *Victoria* se sont, depuis 1952, avérés sensibles.

C'est donc dans le groupe plus vaste des variétés ayant présenté au champ jusqu'ici une haute résistance à la provenance « Versailles » que notre choix doit être fait pour l'instant.

Le tableau VIII présente quelques-unes des caractéristiques de ces variétés.

La plupart appartiennent soit au type *Bond*, soit au type *Victoria* de résistance.

TABLEAU VIII

Caractères des variétés immunes à la provenance « Versailles ».

Variétés	Rouille noire (1)	Charbon nu (2)	Précocité d'épiaison (3)	Caractères du grain
Bond	4	1	— 6	Blanc, jaunâtre, grossier, type byzantina.
Bondvic	—	0	0	
Bonham	0,5	0	— 7	Gros grain court blanc, lavé de gris, non aristé.
Cherokee	3	0	— 8	Assez beau grain, blanc rosé.
Clinton	4	0	— 5	Grain jaune, assez effilé (type Lochow).
Garry	0,5	0	+ 2	Gros grain blanc court, assez aristé.
New Garry (R4 1692-27)	—	0	0	Gros grain blanc, court, peu aristé.
La Estanzuela F2 an F12 ...	2,5	0	— 9	Grain rougeâtre, très grossier.
Mindo	2	0	— 8	Grain très effilé, blanc crème.
Missouri 0-205	4	0	— 6	Grain blanc effilé.
Rodney	—	0	+ 4	Beau grain blanc, court.
Victoria 2401	2	0	+ 1	Grain effilé, grossier.
(Victoria × Richland) 3302...	1	0	— 6	Assez beau grain jaune.
Benton	4	0	— 4	Grain assez effilé, jaune.
(Clinton × Marion) 5440	3	0	— 3	Beau grain court, jaune.
Colo	3	0	— 8	Grain blanc, effilé, grossier.
Missouri 0-200	3	0	— 7	Assez petit grain, gris hiver.
Sac	3	0	— 3	Grain blanc, jaunâtre, assez court.
(Sac × Haj.-Joanette) 5927 .	0,5	1	— 7	Assez gros grain jaune.
Shelby	3,5	3	— 1	Grain blanc, assez grossier.
Ukraine 3259	—	0	+ 7	Grain blanc, effilé.
Zéphyr	3	0	0	Grain blanc, assez long.
Ferguson	1	0	0	Grain rougeâtre, effilé.
KHC 2m-2	2	0	— 2	Grain blanc effilé.
Témoin : A. Versailles	4	80	0	Petit grain noir, court, bonne finesse.

(1) Note relevée en 1953.

(2) % de plantes charbonnées en 1953, en pépinière infectée.

(3) Le témoin A. Versailles est 1/2 précoce.

Par ailleurs, nombre d'entre elles présentent une haute résistance à la provenance « Versailles » de charbon nu. Quelques-unes présentent également une certaine résistance à la rouille noire.

Du point de vue cultural, enfin, ce sont, pour la plupart, des variétés à grain blanc ou jaune, demi-précoces à très précoces. Parmi elles, deux variétés manifestent tant par leur résistance à la rouille noire qu'au charbon nu et leurs qualités de grain des caractères remarquables. Ce sont *Garry* et

Bonham, l'une issue de *Victoria* et l'autre de *Bond*. Ces deux géniteurs ont déjà été largement utilisés en croisement avec quelques-unes de nos meilleures avoines actuelles.

Notons que la variété *Garry*, mise en essais comparatifs en 1953 et 1954 en terres riches, a donné des rendements de l'ordre de ceux de nos variétés de productivité moyenne ; ce sont là des performances suffisantes pour témoigner de la valeur de certains de ces géniteurs.

Notons enfin que toutes ces variétés sont des avoines de printemps. L'obtention de types « hiver » résistants à la rouille couronnée oblige donc à envisager soit des croisements « hiver $\times$ printemps » soit l'emploi de géniteurs « hiver » non hautement résistants, tel *Lettoria*.

V. — CONCLUSION

L'étude de la réaction d'une collection importante de variétés françaises et étrangères à quelques provenances de rouille couronnée nous a donc permis de faire un choix des géniteurs de résistance recherchés.

Par ailleurs, les nombreux travaux déjà réalisés à l'étranger ont montré que la résistance de ces géniteurs est déterminée par un petit nombre de gènes.

La création de variétés hautement résistantes à la rouille couronnée peut donc être envisagée avec toutes chances de succès. Les géniteurs choisis apportant même des facteurs de résistance au charbon nu et à la rouille noire, leur utilisation permet d'envisager l'adjonction de cette triple résistance aux qualités de nos meilleures avoines actuelles.

Cependant, la réussite de cette entreprise dépend essentiellement de nos connaissances sur la spécialisation de ces parasites en France, domaine de la Pathologie trop peu étudié jusqu'ici.

V. — RÉSUMÉ

Un travail ayant pour but la création d'avoines résistantes à la rouille couronnée a été entrepris en 1951 à la Station de Versailles.

L'existence de nombreuses races biologiques de *P. coronata avenae* constitue l'obstacle le plus important à l'obtention d'hybrides immunes à toutes les populations de ce parasite. Cependant, l'identification raciale n'a qu'une valeur taxonomique. Des tests effectués à l'aide des mélanges de biotypes que sont les provenances constituent le moyen le plus rapide de découvrir les génotypes résistants à plusieurs races.

L'étude du comportement des variétés cultivées en France à l'égard de la rouille couronnée de Versailles a montré qu'aucune ne lui est hautement résistante. Cependant des gènes à effet précoce mais non prolongé existent dans certaines populations de pays.

Par contre, une vingtaine de variétés américaines, issues d'un long travail d'amélioration génétique, ont affirmé durant 5 ans une haute résistance à la provenance « Versailles ». Au stade jeune, certaines s'avèrent immunes aux 7 provenances auxquelles elles ont été testées.

Parallèlement, le comportement de certaines variétés a mis en évidence les affinités parasitaires particulières d'une provenance du nord de la France

Deux variétés ont été, pour l'instant, retenues comme géniteurs. L'une, *Bonham*, appartient au type *Bond* de résistance, l'autre, *Garry*, est issue de *Victoria*.

Ces deux avoines manifestent en outre une grande résistance au charbon nu et à la rouille noire de Versailles.

BIBLIOGRAPHIE

- AUSEMUS (E. R.). — Breeding for disease resistance in wheat, oats, barley and flax. *Bot. Rev.*, IX, 207-260, 1953.
- DURRELL (L. W.) and PARKER (I.). — Comparative resistance of varieties of oats to crown and stem rusts. *Res. Bull.*, n° 62, 27-56, 1920.
- GRIFFITHS (D. S.). — Varietal resistance and susceptibility of oats to crown rust. *Plant Path.*, Vol. 2, 73-77, 1953.
- HAYES (H. K.), MOORE (M. B.) and STAKMAN (E. C.). — Studies of inheritance in crosses between *Bond Avena byzantina* and varieties of *A. sativa*. *Minn. agric. Exp. Sta. Techn.*, Bull., n° 137, 1-38, 1939.
- IMMER, STEVENSON. — A biometrical study of factors affecting yield in oats. *Jour. Amer. Soc. Agr.*, 20, 1108-1119, 1928.
- JOHNSON (T.) and MARGARET NEWTON. — Specialisation, hybridization and mutation in the cereal rusts. *The Bot. Rev.*, Vol. 12, n° 6, 337-382, 1946.
- KEHR (W. R.), HAYES (H. K.), MOORE (M. B.) and STAKMAN (E. C.). — The present status of breeding rust resistant oats at the Minnesota Station. *Agr. Jour.*, Vol. 42, n° 7, 356-359, 1950.
- LEVINE (M. N.), STAKMAN (E. C.), STANTON (T. R.). — Field studies on the rust resistance of oat varieties. *Tec. Bull. U. S., Dep. Agr.*, n° 143, 1930.
- MURPHY (H. C.), STANTON (T. R.) and COFFMAN (F. A.). — Hybrid selection of oats resistant to smuts and rusts. *Jour. of Amer. Soc. of Agr.*, Vol. 28, 1936.
- MURPHY (H. C.). — Physiologic specialization in *Puccinia Coronata Avenae*. *Tech. Bull. U. S. Dep. Agric.*, n° 433, 1-48, 1935.
- MURPHY (H. C.), BONNETT (L. C.), KINGSOLVER (C. H.), STANTON (T. R.) and COFFMAN (F. A.). — Relation of crown rust infection to yield, test weight and lodging of oats. *Phyt.*, XXX, n° 10, 608-819, 1940.
- OSLER (R. D.) and HAYES (H. K.). — Inheritance studies in oats with particular reference to the Santa Fe type of crown rust resistance. *Agr. Jour.*, XLV, 2, 49-53, 1953.
- ROEMER (Th.), FUCHS (W. H.), ISENBECK (K.). — Die Züchtung resistenter rassen der kulturpflanzen. *Kühn Arch.*, 1938.
- VALLEGA JOSE. — Características de la raza fisiológica 45 de *Puccinia Coronata avenae* aislada en la Argentina. *Rev. de Invest. Agric.*, Tomo IV, n° 3, 337-340, 1950.
- VIENNOT-BOURGIN (G.). — Les champignons parasites des plantes cultivées, 1949.
- WELSH (J. N.) and JOHNSON (T.). — The source of resistance and inheritance of reaction to 12 physiologic races of stem rust (*Puccinia graminis avenae*). *Canad. Jour. Bot.*, XXIX, 189-205, 1951.
- WELSH (J. N.), PETURSON (B.) and MACHACEK (J. E.). — Associated inheritance of reaction to races of crown rust, *Puccinia Coronata* Ericks and to Victoria blight, *Helminthosporium Victoriae* M. and M. in Oats. *Canad. Jour. of Bot.*, 32, 55-68, 1954.

DOCUMENTATION

GÉNÉRALITÉS

I. — Cytologie

HOWARD (H. W.) and SWAMINATHAN (M. S.). — **The cytology of haploid plants of *Solanum demissum*.** (Étude cytologique de plants haploïdes de *Solanum demissum*.) *Genetica*, XXVI, 381-391, 1953.

Deux plantes haploïdes à 36 chromosomes provenaient du développement d'un gamète femelle de *Solanum demissum* à $2n = 72$, après fécondation manquée par du pollen de *Solanum Rybinii*. Leurs folioles sont plus étroites que chez les *Demissum* diploïdes, les stomates plus petits ; elles donnent peu ou pas de bon pollen et ne forment pas de fruits. A la méiose, 6 à 10 chromosomes s'apparient en bivalents, les autres restant à l'état d'univalents. Les stades seconds très irréguliers aboutissent à la formation de tétrades anormales. Pour prouver qu'il s'agit bien de plantes haploïdes de *Solanum demissum*, chacune doublée d'abord à la colchicine, a été croisée par un *Demissum* à 72 chromosomes. La méiose des descendants est régulière à 36 bivalents et les plantes ainsi obtenues sont très fertiles.

S. OM.

PIRSON (H.). — **Über die Meiosis bei *Linum usitatissimum* L.** (A propos de la méiose chez *Linum usitatissimum* L.) *Der Züchter*, XXV, 6, 186-190, 1955.

Lors de la méiose dans les anthères de *Linum usitatissimum* L., il se forme un ou plusieurs quadrivalents résultant, parfois en chaînes ou cercles, de quatre chromosomes lors de la diacinèse par suite de liaisons formant pont entre chromatides de paires différentes. Ces liaisons se défont peu avant la métaphase et l'anaphase se déroule normalement.

La présence de deux groupes chromosomiques principaux à l'intérieur du genre *Linum*, l'un à $n = 8$, l'autre à $n = 15$, conduit à penser que le lin cultivé est probablement une espèce autopolyploïde ou amphidiploïde à nombre de base 8. La perte, après polyploïdisation, d'un des deux chromosomes nucléolaires du nouveau génome aurait donné le nombre haploïde de 15 chromosomes pour le lin cultivé. *Linum grandiflorum* var. *rubrum* à $n = 8$ examiné par l'auteur, ne forme pas de quadrivalents durant la méiose.

L'auteur remarque en passant, que pour certains modes de coloration, notamment ceux faisant usage du violet de gentiane, la portion du chromosome nucléolaire reliant le satellite reste incolore. Ceci explique certaines erreurs de comptage attribuant un nombre haploïde de 16 chromosomes au lin cultivé.

F. PL.

2. — Génétique

BATEMAN (A. J.). — **Self-incompatibility systems in Angiosperms. III. Cruciferae.** (Systèmes d'autoincompatibilité chez les Angiospermes. III. Crucifères.) *Heredity*, IX, 1, 53-68, 1955.

Ayant étudié de manière approfondie l'incompatibilité chez *Iberis amara*, l'auteur examine à la lumière des conclusions qu'il en a tiré les études classiques de CORRENS sur *Cardamine Pratensis*, de KAKIZAKI sur *Brassica oleracea* et de RILEY sur *Capsella grandiflora*. Dans tous ces cas ainsi que dans celui des études de l'auteur sur *Brassica campestris*, *Raphanus sativus*, les résultats observés s'accordent avec l'hypothèse du « système des crucifères » qui est aussi celui de certaines composées.

Dans ce système un seul locus est intéressé, mais la détermination de la réaction d'incompatibilité se fait au stade sporophytique en fonction du génotype de la plante et non du gamète comme c'est le cas chez *Nicotiana*. Des relations de dominance ou d'affaiblissement entre allèles peuvent intervenir, ou ceux-ci peuvent agir de manière indépendante, leur comportement dans le style pouvant différer de leur comportement dans le pollen.

L'inhibition a lieu très tôt, les grains de pollen incompatibles ne germant pas sur le style. La polyploïdie ne semble pas avoir d'influence, comme on peut s'y attendre avec une détermination sporophytique.

L'auto-incompatibilité semble distribuée dans toute la famille, les genres et les familles contenant à la fois des espèces compatibles et des espèces incompatibles.

Les incidences évolutives de cette situation sont discutées.

M. RIVES.

BREWBAKER (J. L.). — **Oppositional allelism in diploid and autotetraploid *Trifolium hybridum* L.** (Allèles d'autostérilité chez *Trifolium hybridum* L. diploïde et autotétraploïde.) *Genetics*, XXXVIII, 444-455, 1953.

Les résultats de croisements diallèles entre individus de Trèfle hybride indiquent la présence d'une série d'allèles S d'autostérilité comme chez le Trèfle blanc. Le grainage lui-même est un caractère héréditaire, mais conditionné apparemment par des facteurs indépendants de la série S. Parmi les autotétraploïdes, un certain pourcentage, assez faible est autocompatible. L'auteur a démontré que, dans ce cas, si on désignait par $S_1S_1S_2S_2$ le génotype de la plante-mère après action de la colchicine, seuls étaient fonctionnels dans l'autofécondation les grains de pollen S_1S_2 hétérozygotes. Il est vraisemblable qu'au cours des générations, la fréquence des allèles dont la combinaison donne des plantes autofertiles augmentera car ils interviennent à égalité avec les autres allèles de la série dans les croisements compatibles et sont avantagés dans tous les autres cas. Cet avantage sélectif pourrait jouer un rôle important dans la formation d'espèces autocompatibles autotétraploïdes à partir de formes diploïdes autoincompatibles.

C. H.

BRIX (K.) et QUADT (F.). — **Experimentell genetische Untersuchungen über die Natur einer natürlichen Polyploidien, *Dactylis glomerata* L.** (Recherches expérimentales sur la nature d'un polyploïde naturel, *Dactylis glomerata* L.). *Z. für Pflanz.*, XXXII, 4, 407-420, 1953.

L'étude du mode de transmission d'une déficience chlorophyllienne à manifestation temporaire, n'a pas permis de conclure avec certitude sur la nature de la polyploïdie de *D. glomerata*. Les auteurs pensent malgré tout qu'il s'agit d'un autotétraploïde, hypothèse déjà émise par MÜNTZING et MYERS. La seule hypothèse génétique utilisée pour tenter d'interpréter les disjonctions observées à la suite d'autofécondation ou de croisements ne s'avère pas compatible dans tous les cas : il s'agit d'une hypothèse faisant intervenir un seul locus, lié au centromère, la modalité d'action du gène intéressé étant le dosage.

J. RE.

MARTINEZ (L. M.), AUSEMUS (E. R.) et BURNHAM (C. R.). — **Inheritance of reaction to leaf rust: *Puccinia rubigovera tritici* (Erikss.)** (Hérédité de la résistance à la rouille brune.) *Univ. Minn. Techn. Bul.*, 205, 35 p., 1953.

Dans un croisement *Thatcher* × *II-3-9-2* (hybride résistant aux stades adulte et plantule à une collection de races de rouille brune), la résistance au stade adulte de l'hybride *II-3-9-2* a pu être interprétée comme étant sous la dépendance de trois gènes récessifs indépendants, l'un de ces gènes ayant une action prédominante.

Au stade plantule, dix gènes récessifs au moins semblent en jeu dans les réactions vis-à-vis de neuf races différentes de rouille. Parmi ces gènes, six, commandant respectivement la résistance à six races de rouille, sont étroitement liés, si l'interprétation polyfactorielle donnée par l'auteur est exacte.

Sur 300 plantes F₄, 63 p. 100 seulement ont le même type de réaction au stade deux feuilles et au stade six feuilles : 32 p. 100 sont plus résistantes, au stade six feuilles, 5 p. 100 plus sensibles. Le mécanisme de ce changement de sensibilité avec l'âge n'est pas connu.

E. P.

MOH (C. C.) et NILAN (R. A.). — **Multi-ovary in barley. A mutant induced by atomic bomb irradiation.** (Mutation « ovaires multiples » chez l'orge. Un mutant induit par les radiations de la bombe atomique.) *J. of Hered.*, XLIV, 5, 183-184, 1953.

La mutation, induite par la bombe atomique, présente, entre autres effets, une modification particulièrement typique de la structure florale. La plupart des fleurs du mutant n'ont pas d'étamines, mais de nombreux pistils. On remarque au microscope que certains grands pistils sont constitués de nombreux petits ; il est donc difficile de fixer le nombre exact de ces organes. Certaines fleurs peuvent posséder une ou deux étamines normales, d'autres, des anthères déformées émettant des stigmates. Il y a donc vraisemblablement transformation des étamines en pistils. Ce mutant montre une grande stérilité due au manque d'étamines et au développement incomplet des ovaires. On peut cependant trouver des épillets possédant deux ou trois grains. Ceux-ci sont irréguliers, souvent nus, et donc bien différents de ceux de la variété originale *Trébi*. Le caractère est monofactoriel récessif.

A. Cw.

OLSSON (G.), JOSEFSSON (A.) et EVERSTROM (S.). — **Synthesis of the ssp. *rapifera* of *Brassica Napus*.** (Synthèse de la sous-espèce *rapifera* de *Brassica Napus*.) *Hereditas*, XLI, 241-249, 1955.

Comme le colza est un amphidiploïde résultant du croisement du chou et de la navette, le rutabaga qui appartient à la même espèce, est un amphidiploïde issu du croisement du chou et du navet. C'est ce que démontrent les résultats obtenus par les auteurs en croisant des navets par différents choux. La proportion des réussites est très faible même entre tétraploïdes comme c'est ici le cas. Onze hybrides ont été obtenus pour 21 400 fleurs pollinisées.

L'ampleur du travail matériel ainsi déployé semble justifié par la variation nouvelle constatée dans la descendance des hybrides. Certaines de ces descendance manifestent de l'autoincompatibilité.

M. RIVES.

3. — Physiologie

GASNER (G.) et BAUMGARTEN (G.). — **Das Osmotische Verhalten keimender Weizenkörner.** (Le comportement osmotique du grain de blé en germination.) *Der Züchter*, XXII, 3, 64-79, 1952.

La possibilité pour un grain de germer en solution concentrée de sucre est un caractère lié à la pression osmotique de la plantule. Si on représente ce caractère par le rapport

$$\frac{\text{pourcentage de germination}}{\text{durée moyenne de germination}}$$

on voit ce rapport décroître lorsque la concentration du milieu augmente jusqu'à une valeur limite de cette dernière qui bloque la germination. L'allure de la courbe et la concentration limite sont des caractères nettement variétaux.

Les auteurs n'ont trouvé aucune liaison entre la pression osmotique limite et la résistance des variétés au froid ou à la sécheresse ; par contre la durée de dormance des variétés serait en corrélation avec la pression osmotique des plantules en germination.

R. EC.

7. — Sélection

ZIMMERMANN (K.). — **Moderne Methoden under Gräserzüchtung.** (Méthodes modernes appliquées à la sélection des graminées fourragères.) *Der Züchter*, XXIV, 2-3, 33-39, 1954.

Des travaux de sélection ont été poursuivis à Müncheberg de 1948 à 1953 sur deux espèces de graminées fourragères : Dactyle et Fromental, suivant deux méthodes : sélection massale, et obtention de familles issues d'auto-fécondation, puis recombinaison des lignées.

Il est possible d'obtenir de bons résultats à l'aide de la première méthode, mais la seconde offre de plus grandes possibilités : quelques-uns parmi les hybrides expérimentaux réalisés ont donné des rendements supérieurs de 35 à 40 p. 100 à ceux des lots commerciaux actuels.

L'utilisation de la seconde méthode nécessite l'étude d'un matériel de départ très important (au moins 20 000 plantes par espèce), originaire de lieux très différents, si possible.

J. RE.

8. — Techniques culturales

KAUTER (A.), MARKI (H.). — **Die Eignung verschiedener getreidearten als Ackerfuttermenge.** (L'aptitude de différentes espèces de céréales à être utilisées dans des mélanges fourragers.) *Die Grüne*, 29, 11 p., 1953.

Une série d'essais de mélanges fourragers de printemps à base de Vesce commune, suivis de 1950 à 1952 a permis de tirer les conclusions suivantes :

— L'avoine est un bon tuteur, à la fois si l'on considère la quantité et la qualité du fourrage produit. Il est cependant nécessaire de choisir des variétés subissant peu de dégâts en cas d'attaques d'oscinie : *Flämingsgold*, *Flämingsstreue*, *Soldanelle*, par exemple.

— L'orge serait un bon tuteur, à condition de choisir des variétés résistantes à l'oïdium. Il est recommandé de ne pas l'utiliser, si l'on envisage de cultiver une céréale d'hiver par la suite (risques de piétin).

— En semis précoce, le seigle de printemps a une croissance trop rapide ; en semis tardif, il se développe trop peu.

— Les mélanges des différents tuteurs peuvent donner de bons résultats.

— Il n'est pas intéressant de cultiver les mélanges vesce-céréale au-delà du 20 août, en Suisse.

— L'apport d'une bonne fumure de base phosphopotassique et de 20 à 30 unités d'azote/ha, accroît les chances de réussites.

J. RE.

KENNEDY (W. K.), HESSE (W. H.) et JOHNSON (C. M.). — **The effect of herbicides on the drying rate of hay crop.** (Effet des herbicides sur la rapidité de séchage de cultures fourragères faites pour le foin.) *Agron. J.*, XLVI, 5, 199-203, 1954.

Différents produits ont été utilisés sur des cultures de luzerne, mélange Trèfle violet-Fléole et Sojas destinés à la production de foin, 24, 48 ou 72 heures avant la coupe, afin de limiter la période séchage.

Le dinitro-ortho-2 butylphénol et le 3-6 endoxyhexahydrophthalate de sodium se sont montrés les plus efficaces. Ils le sont plus s'ils sont appliqués 24 ou 48 heures avant la fauche, plutôt qu'immédiatement avant.

Dans des conditions favorables au séchage de foin, l'utilisation de ces produits n'accroît pas sensiblement la rapidité de son conditionnement. Par contre, par temps humide, les fourrages préalablement traités atteignent beaucoup plus rapidement des teneurs en matière sèche voisines de 60 p. 100, mais par la suite, le rythme de séchage est sensiblement identique à celui de plantes non traitées.

Dans tous les cas, les tiges perdent leur humidité beaucoup plus lentement que les feuilles, qui sèchent plus rapidement après traitement préalable. Souvent, la qualité du foin préséché sur pied est diminuée, par suite d'une plus grande perte de feuilles au moment du ramassage.

Les traitements proposés n'offrent donc guère d'avantages, sauf si l'on envisage d'effectuer un préfanage avant ensilage.

J. RE.

MULLER (H.). — **Wiesentypen und Futterertrag.** (Types de prairies de fauche et rendement en fourrage.) *Das Grünland*, 6, 1 p., 1953.

Après avoir étudié dans le sud du Pays de Bade, l'influence des fumures uniformes apportées à divers types de prairies caractérisées suivant les normes

de KNOLL, l'auteur démontre qu'il n'est pas toujours rentable de conserver des prairies permanentes. Celles qui réagissent le moins vis-à-vis des fumures, ont été retournées, et, ensemencées soit en blé de printemps, soit en pommes de terre, ont fourni des rendements exprimés en valeur fourragère, trois fois plus élevés après leur retournement qu'avant.

J. RE.

PIERRE (J. J.) et JACKOBS (J. A.). — **The effect of cutting treatments on Birdsfoot Trefoil.** (Influence du mode d'exploitation sur le Lotier.) *Agron. J.*, 45, 10, 463-468, 1953.

Deux variétés de Lotier, une américaine et une italienne, ont été semées soit en culture pure, soit en association avec du brome ou du pâturin. En 1950 et 1951, les rendements les plus élevés ont été obtenus en coupant à pleine floraison plutôt qu'aux stades bourgeonnement, sauf pour la variété italienne qui a donné les meilleurs rendements sur les parcelles coupées à maturité en 1950 et 1951.

Les parcelles non coupées après le 30 août ont en général donné une plus forte production l'année suivante que celles dont l'exploitation avait été poursuivie jusqu'au 7 octobre.

En régime de coupes fréquentes, le fait de conserver un chaume assez important prévient, dans une certaine mesure, l'épuisement des plantes et assure de meilleurs rendements l'année suivante. Alors que la variété italienne s'accommode très bien de deux récoltes à graines au cours des deux premières années le même traitement fait disparaître un grand nombre d'individus dans la variété américaine.

La composition chimique des plantes à différents stades subit la même évolution que chez d'autres légumineuses, Luzerne notamment.

C. H.

WAGNER (R. E.). — **Legume nitrogen versus fertilizer nitrogen in protein production of forage.** (Fertilisation azotée fournie artificiellement ou par des Légumineuses et production en protéines de cultures fourragères.) *Agron. J.*, XLVI, 6, 233-237, 1954.

L'étude entreprise fait suite à celle de la production en matières sèches de cultures pures en mélanges simples de Dactyle, Fétuque élevée, Brome Inerme, Trèfle blanc *Ladino*, recevant diverses doses de fumure azotée : 0,80, 160 ou 240 unités d'azote par hectare et par an.

La production en protéines, la richesse du fourrage récolté s'accroissent avec les doses de fumure apportées, pour le Dactyle et la Fétuque des Prés en culture pure. Les mélanges de ces espèces et de ~~Frêle~~ *Ladino* ont un meilleur rendement annuel, plus régulièrement réparti. L'adjonction du Trèfle blanc permet d'obtenir des récoltes identiques à celles que l'on atteint avec la fourniture de 160 unités d'azote. Le Brome Inerme, fumé ou non donne un fourrage pauvre en protéines. L'apport d'azote au Trèfle blanc pur diminue la production annuelle de protéines, conséquence de l'accroissement de la fréquence des mauvaises herbes dans la culture.

J. RE.

CULTURES SPÉCIALES

I. — Céréales

Den HARTOG (G. T.) et LAMBERT (J. W.). — **The relationships between certain agronomic and malting quality characters of barley.** (Relations entre certains caractères agronomiques et la qualité de l'orge en malterie). *Agron. J.*, XLV, 5, 208-212, 1953.

Les auteurs ont étudié sur dix croisements d'orge, ayant *Mars* comme parent commun, le poids moyen du grain, son uniformité, la fertilité générale des fleurs, le taux de fertilité des fleurs latérales par rapport aux médianes, la densité de l'épi, le poids spécifique, le rendement en grain, la teneur en protéines, le pouvoir diastasique, et la teneur en extrait.

Des corrélations interannuelles ont été trouvées pour le poids moyen du grain, l'uniformité du poids du grain, la fertilité générale, et le rapport de fertilité. Le poids moyen du grain, la fertilité générale, le poids spécifique et l'extrait sont en corrélation directe avec le rendement ; par contre, la teneur en protéines et le pouvoir diastasique sont en corrélation négative avec lui. L'extrait est associé positivement au poids du grain et au poids spécifique. Les corrélations simples montrent la teneur en protéine associée positivement et étroitement au pouvoir diastasique, mais négativement à l'extrait ; il y a donc aussi corrélation négative entre le pouvoir diastasique et l'extrait. En corrélation partielle, il y a encore proportionnalité directe entre protéine et diastase, et inverse entre protéine et extrait ; mais aucune association entre le pouvoir diastasique et l'extrait. Ceci montre l'importance de la teneur en azote, comme critère de qualité en malterie.

A. Cw.

HAGBORG (W. A. F.). — **Dwarfing of wheat and barley by the barley-stripe mosaic (false stripe) virus.** (Nanisme du blé et de l'orge sous l'action du virus de la mosaïque striée de l'orge.) *Can. J. of Bot.*, 32, 24-37, 1954.

Cette maladie semble répartie sur tout le Canada et pourrait être responsable de la chute de rendement observée sur le blé dans certaines zones du Manitoba et du Saskatchewan en 1951.

L'auteur a étudié sur le blé, en serre et en champ, l'évolution de cette maladie par le moyen de contaminations artificielles réalisées à partir de l'orge.

Les symptômes sont surtout bien caractérisés sur plantules : rangées de taches chlorotiques ou bandes longitudinales, à la partie inférieure de la feuille principalement, souvent limitées par des stries brunes coalescentes disposées en forme de V. Sur plantes adultes, on observe surtout l'aspect chétif et le faible tallage et parfois une coloration sombre de l'épi et de la tige. Le grain est très échaudé et l'auteur a mis en évidence, dans un essai, des pertes de rendement de l'ordre de 75 p. 100 pour le blé et 63 p. 100 pour l'orge.

La maladie est transmissible à un grand nombre d'espèces de graminées : *Bromus*, *Setaria*, *Phleum*, *Agropyrum* principalement.

Les contaminations naturelles peuvent se faire à partir d'un foyer initial par l'intermédiaire d'insectes ou simplement par contact, ou encore par les blessures entraînées par le passage d'instruments de culture. L'agent pathogène est transmissible par le grain et les traitements chimiques essayés à ce stade ont été sans effet.

La nature exacte de cet agent n'est pas connue, mais sa taille est certainement sub-microscopique, bien qu'il ne passe que difficilement dans les filtres. Son mode de transmission et son évolution dans la plante sont semblables à ceux observés pour la plupart des mosaïques.

E. P.

HIURA (U.) et HETA (H.). — **Studies on the disease-resistance in barley. II. Physiologic races of *Erysiphe graminis Hordei* in Japan.** (Études sur la résistance aux maladies chez l'orge. II. Les races physiologiques d'*Erysiphe graminis Hordei* au Japon.) *Berichte des Ohara Inst. für Landwirt. Forschungen.*, X, 1, 17-28, 1953.

Les auteurs détaillent longuement leur technique d'expédition des origines d'oïdium, leur méthode d'inoculation et de conservation des races. Ils signalent l'effet des conditions physiques du milieu dans la période précédant l'inoculation, sur l'apparition ultérieure de la maladie. Cinq races physiologiques d'*Erysiphe graminis Hordei* encore inconnues en Amérique et en Europe ont été isolées au Japon au cours des trois années d'étude 1950, 51 et 52. Les six hôtes différentiels américains ont permis de séparer les races 13 et 14, mais il a fallu faire appel aux variétés *Colsess CA 772*, *Duplex CI 2433* et *Kairya bozumngi* pour définir les trois autres, 8 B, 8 C et 15. Parmi celles-ci, les deux premières sont très voisines de la race 8 des États-Unis. Les auteurs détaillent ensuite la répartition de ces cinq biotypes au Japon. La race 13 est répandue dans presque tout le pays, les autres sont plus localisées. Kokkaido n'a pas été prospecté, vues les difficultés de transport des échantillons.

A. Cw.

HUTCHINSON (J. B.), KENT (N. L.) et MARTIN (H. F.). — **The kernel content of oats ; variation in percentage kernel content and 1 000 kernel weight within the variety.** (Le pourcentage d'amande chez les avoines. Variation du pourcentage d'amande et du poids de 1 000 grains chez une variété.) *J. Nat. Inst. Agric. Bot.*, VI, 3, 443-455, 1953.

Le pourcentage d'amande et le poids de 1 000 grains sont des caractères fluctuants. C'est à l'analyse de cette fluctuation, qu'ont procédé les auteurs, chez la variété *Victoire*. Ils ont étudié, d'une part, la variation entre plantes d'une même provenance, d'autre part la variation entre provenances.

La première peut avoir deux origines :

- a) le nombre et la position du grain sur l'épillet ;
- b) la fréquence de grains non mûrs ou peu développés.

La seconde de ces variations peut aussi avoir deux composantes :

- a) une variation due au milieu : sol, climat ;
- b) une variation génétique : l'existence de lignées pures dans la provenance.

C. Mo.

MAES (E.) et PEETERS (G.). — **Recherches concernant la valeur boulangère de races sélectionnées de froment belge.** *Rev. de l'Agric.*, 8, 1109-1114, 1953.

Par une série de tests, alvéogramme, essais de fermentation et de cuisson, etc., les auteurs classent comme suit les Blés cultivés en Belgique :

1^o Très bonne valeur boulangère. *Alba*, *Cappelle*, *Fylgia*, *Leda*, *Blé d'Avril*, *Précoce*, *Progress*, *Ministre*, *Werla*, *Lille Desprez*.

- 2° Bonne valeur boulangère : *Jubilé, Prima, Molinel, Marival*.
 3° Moins bonne valeur boulangère. *Alter, Directeur Journée*.
 4° Mauvaise valeur boulangère. *Panter, Heine VII*.

R. E.

SUNESON (C. A.). — **Effect of stem rust on the yield of wheat.** (Effet de la rouille noire sur le rendement du blé.) *Agron. J.*, XLVI, 3, 112-114, 1954.

Le matériel utilisé pour évaluer cet effet consiste en des lignées commerciales « isogéniques » c'est-à-dire ne différant génétiquement que pour le caractère de résistance à la rouille noire, après plusieurs années de back-cross.

Soumise à une contamination artificielle, la variété sensible *Baart* a eu son rendement diminué de 25 à 47 p. 100 par rapport à *Baart 46* qui est immune. Dans les mêmes conditions *Baart 38*, lignée semi-résistante comme la plupart des variétés cultivées en Californie, n'a perdu que 6 à 20 p. 100 de son rendement.

Comme de telles lignées semi-résistantes ont freiné notablement les épidémies naturelles de ces dernières années, l'auteur en tire une conclusion optimiste sur les objectifs immédiats d'un programme de sélection pour la Californie.

R. Ec.

TOGLIANI (F.). — **La lotta anticrittogamica contro la Fusariosi pedale del Riso.** (La lutte anticryptogamique contre la Fusariose du pied chez le riz.) *Il Riso*, 7, 17-19, 1954.

La « maladie du pied » provoquée chez le Riz par *Fusarium moniliforme* Sh. est justiciable de traitements appliqués à la semence. Les essais de lutte anticryptogamique effectués en Italie ont montré que parmi divers produits expérimentés, les plus efficaces pour le moment sont : la Formaline du commerce à 1 p. 100 en solution aqueuse dans laquelle on immerge pendant 15-20 minutes la semence prégermée, et l'Agrosan G. N. utilisé à raison de 200-250 g par quintal de semence une heure avant semis.

R. MA.

2. — Plantes sarclées

COONS (G. H.). — **Disease resistance breeding of sugar beets. 1919-1952.** (Sélection des betteraves sucrières pour la résistance aux maladies. 1918-1952.) *Phytopath.*, XLIII, 6, 297-303, 1953.

Trois maladies de la betterave présentent aux États-Unis une importance économique considérable. Le *curley-top* maladie à virus transmise par une cicadelle est surtout localisée dans l'Ouest (entre Rocheuses et Chaîne côtière, et en Californie). Le *Cercospora* sévit dans de nombreux états, à l'Ouest des Rocheuses ; l'importance des infections paraît conditionnée principalement par l'humidité. La fonte des semis provoquée par plusieurs champignons (*Aphanomyces, Pythium, Phoma, Rhizoctonia*) est surtout importante dans la zone humide (Ohio, Michigan, etc...).

Les variétés résistantes au *curley-top* proviennent de sélections massales effectuées dans les variétés commerciales. La variété *US1*, mise au commerce en 1934 provenait du mélange de plusieurs sélections massales. Elle fut remplacée successivement par *US 33, US 34, US 12, US 22*.

Dans le cas du *Cercospora*, la sélection massale de plantes peu atteintes ne

donne aucun résultat. Les premières lignées résistantes furent trouvées dans un ensemble de 200 lignées « inbred » que TRACY avait constitué pour étudier le comportement génétique de caractères morphologiques. La première variété résistante au *cercospora*, *US 217*, mise au commerce en 1937, provenait du mélange, au stade planchon de 5 lignées « Inbred ». Elle fut suivie par des F_1 commerciales : *US 200* $\times$ *215*, *US 215* $\times$ *216*, etc.... Actuellement le Michigan, l'Ohio et le Wisconsin cultivent des variétés résistantes.

Des tests de résistance à l'*Aphanomyces* effectués sur le matériel résistant au *cercospora* ont montré que *US 216* était résistante ; des sélections massales suivies de polycrosses ont conduit à l'obtention de *US 1177*.

La culture pratiquée dans l'Imperial Valley, semis en septembre et récolte en mai, a nécessité l'obtention de variétés à la fois résistantes au *Curley-top* et ne montant pas à graines précocement, telles que *US 15*, *US 56*, *US 75*. C'est, en partie, la nécessité de sélectionner pour la résistance aux maladies qui a conduit les Américains à produire eux-mêmes la totalité de leurs semences de betterave, et à utiliser des méthodes de sélection nouvelle pour la betterave. (Obtention de F_1 commerciales, essais d'utilisation de la stérilité mâle.)

J. M.

3. — Plantes oléagineuses

ANDERSSON (G.). — **Svalöfs Regina varraps II.** (Le colza de printemps Regina II.) *Sv. Utsädesf. Tid.*, XLIII, 3, 201-204, 1953.

La culture du colza de printemps n'est plus intéressante en Suède que dans la zone centrale. Le colza *Regina II* est destiné à cette zone. L'amélioration du colza est faite par sélection généalogique. On a employé le traitement aux rayons X et les croisements hiver-printemps.

Le rendement du nouveau colza *Regina* dépasse celui de l'ancien de 4 p. 100 (moyenne de 124 essais).

M. RIVES.

HASKELL (G.). — **Quantitative variation in subsexual *Rubus*.** (Variation quantitative chez les *Rubus* subsexuels.) *Heredity*, VII, 3, 409-418, 1953.

Les plantes apomictiques subsexuelles sont celles où l'apomixie résulte de l'absence de l'une ou l'autre des divisions méiotiques, mais où les crossing-over entre chromosomes subsistent. Elles peuvent donc donner des disjonctions dans leur descendance.

L'auteur a étudié une famille issue par « autofécondation » d'une seule plante et une famille issue par « fécondation libre » d'un groupe d'individus, de *Rubus nitidioïdes*.

L'étude des distributions de fréquences du nombre d'épines sur un entrenœud, des dates de première floraison et première maturation du fruit montre que la première famille est une population en disjonction, alors que la seconde est formée de plusieurs populations de ce type, dont les distributions se chevauchent.

La variation assez faible peut être attribuée entièrement à l'auto-disjonction plutôt qu'à une disjonction sexuelle réelle.

La sélection pour le nombre d'épine est efficace et l'« inbreeding » n'amène pas de dépression de vigueur.

Ces conclusions sont intéressantes pour la pratique, car elles montrent la

possibilité d'une sélection basée sur la reproduction par graines (qui ne transmettent pas les maladies à virus) des plantes subsexuelles.

M. RIVES.

OLSSON (G.). — **Crosses between *Brassica napus* L. and Japanese *Brassica Napella* Chaix.** (Croisements entre *Brassica napus* L. et l'espèce japonaise *Brassica napella* Chaix.) *Hereditas*, XL, 1-2, 249-251, 1954.

Brassica Napella Chaix est le nom employé par les auteurs japonais pour désigner une forme à $n = 19$ chromosomes. Ce nombre étant celui du colza, *Brassica napus* L., l'auteur a réalisé des croisements entre celui-ci et la forme obtenue au Japon sous le nom de *Brassica napella* Chaix. Les résultats montrent que cette forme ne peut être considérée que comme une variété de *Brassica napus*, les descriptions originales de *Brassica napella* Chaix s'appliquant à une sous-espèce de *Brassica campestris* L. ($n = 10$). La forme japonaise est probablement une variété de *Brassica napus* issue soit du même amphidiploïde entre *Brassica oleracea* et *Brassica campestris*, que les colza occidentaux, soit d'une hybridation indépendante entre les deux espèces, qui existent côte à côte en Asie orientale comme en Europe. L'auteur penche pour cette dernière hypothèse.

M. RIVES.

OLSSON (G.). — **Undersökning av självfertiliteten hos artificiell raps.** (Étude de l'autofertilité du colza synthétique.) *Kungl. Lantbruksakad. T.*, LXLII, 5, 349-401, 1953.

Le colza est un amphidiploïde issu de l'hybridation entre la navette et le chou. Ces deux espèces présentent des phénomènes d'auto-incompatibilité. Le colza cultivé est au contraire éminemment autofertile.

L'auteur a étudié la germination du pollen sur le style au moyen d'une technique de coloration.

L'hybride artificiellement obtenu présente lui aussi des phénomènes d'autostérilité. Sur 150 hybrides obtenus, 5 seulement ont été autofertiles.

L'autofertilité du colza cultivé s'explique par le fait que les hybrides isolés survenus naturellement dont il descend n'ont pu se perpétuer que dans la mesure où ils étaient eux-mêmes autofertiles.

M. RIVES.

OLSSON (G.) et HAGBERG (A.). — **Investigations on haploid rape.** (Recherches sur le colza haploïde.) *Hereditas*, XLI, 1/2, 227-237, 1955.

On trouve en faible proportion des plantes de colza haploïdes. Elles sont caractérisées par leur taille plus faible et les dimensions réduites de leurs organes (fleurs, stomates). Les anthères ne sont pas déhiscentes et ne contiennent que de rares grains de pollen d'aspect normal. La méiose est caractérisée par une proportion assez élevée de bivalents, les anaphases présentant des ponts chromatiques qui indiquent que l'homologie des génomes des espèces parentes est tempérée par des différences structurales profondes.

Pour terminer, les auteurs envisagent l'utilisation de ces haploïdes, malgré leur rareté et leur stérilité presque complète pour l'obtention de lignées absolument homozygotes à la suite de leur autofécondation.

La fréquence de leur apparition (trois plantes sur six mille mètres carrés) nous semble cependant bien faible pour que cette méthode séduisante déjà envisagée pour le maïs soit susceptible d'une application pratique.

M. RIVES.

RUSSEL (W. A.). — **A study of the inter-relationships of seed yield, oil content, and other agronomic characters with sunflower inbred lines and their top crosses.** (Étude des relations entre le rendement, la teneur en huile et d'autres caractères agronomiques chez des lignées de tournesol et leurs top-crosses.) *Can. J. of Agric. Sc.*, XXXIII, 3, 291-314, 1953.

Les caractères en question sont des caractères phénotypiques comme la précocité ou le diamètre des tiges. S'il existe des corrélations très nettes entre ces lignées et leur top-crosses pour ces caractères, il n'y en a pas avec le rendement de ces top-crosses.

L'auteur ne donne pas les corrélations de ces caractères avec le rendement des lignées elles-mêmes. Il pense que la variété utilisée pour le croisement n'est pas un bon testeur.

Il est possible que les caractères choisis ne soient pas eux-mêmes de bons caractères, malgré leur intérêt *a priori*.

M. RIVES.

4. — Plantes textiles

KERR (H. B.). — **Abnormalities in *Linum usitatissimum* L.** (Anomalies chez *Linum usitatissimum* L.) *Proc. Linnean Soc. New S. Wales*, LXXVIII, 5-6, 247-257, 1953.

La polyembryonie, l'existence de plus de deux cotylédons, les cornets de feuilles ou bouquets de feuilles plus ou moins soudées, dus à la suppression d'entre-nœuds, la bifurcation ou fasciation des tiges ainsi que des déficiences en chlorophylle ont été observés sur du lin à l'occasion d'études génétiques sur la résistance à la rouille.

La plupart de ces anomalies semblent dûes à une prolifération du tissu méristématique résultant d'une augmentation de volume du point végétatif. Il se forme un complexe de cellules initiales ou de tissu générateur qui peuvent rester groupées (tiges fasciées) ou se séparer par bifurcation en deux méristèmes distincts (polyembryonie, bifurcation de tiges). Quelques-unes des anomalies observées résultent cependant de suture (concréscence de feuilles).

Des différences variétales ont pu être observées. *Ottawa 770 B* a une fréquence plus grande de feuilles anormales que *Punjab, Walsh*, ou *F. 257*. La fréquence des autres anomalies est liée à l'état hétérozygote : les plantes issues de croisement présentent davantage d'anomalies. Il est suggéré qu'elles ont sans doute pour cause des modifications dans l'équilibre génique.

F. PL.

POTOCANAC (J.). — **The growing period and characteristic in the development of the local flax varieties in the phase of flowering.** (Période de croissance et caractéristiques du développement des variétés locales de lin durant la phase de la floraison.) *Arhiv za poljoprivredne nauke*, VII, 18, 3-21, 1954.

Dix-neuf variétés de lin d'hiver, 17 de lin de printemps et 9 de lin déhiscent (*L. usit.* var. *crepitans*, Boen) originaires de Yougoslavie ont été étudiées. Chez ces différents types, la tige cesse de s'allonger au moment de la floraison. La durée de la floraison d'une plante peut durer jusqu'à 10 jours. En parcelle, une variété fleurit durant 23 à 25 jours. Ces durées sont les mêmes pour les trois types de lin. Des différences s'observent cependant quant à la grosseur des fleurs ; c'est le lin d'hiver qui a les fleurs les plus grosses (pétales de 1,29 cm

sur 1,03 cm), puis vient le lin de printemps (1,04 sur 0,64) et enfin le lin déhiscent (0,92 sur 0,42).

Les lins d'hiver, semés en Yougoslavie vers le 10 septembre sont récoltés vers la mi-juin. Les lins de printemps semés en avril arrivent à maturité la première semaine de juillet. Les lins déhiscents se récoltent une semaine plus tôt que ces derniers.

A cause de leur développement plus précoce et plus vigoureux au printemps, les lins d'hiver se montrent plus résistants à la sécheresse.

F. PL.

5. — Légumineuses fourragères

BRAUN (E.), MAC VICAR (R. M.), GIBSON (D. R.), PANKIW (P.) et GUPPY (J.). —

Studies in red clover seed production. Part. II. (Études sur la production de graines de trèfle violet) (2^e partie.) *Can. J. of Agric. Sc.*, 33, 5, 437-447, 1953.

Les essais mentionnés ici complètent ceux qui avaient été réalisés en 1950. Bien qu'on ait utilisé 5 ruches par hectare la proportion abeilles-bourdons fut de 2,2-1. Cependant les auteurs ont obtenu des corrélations très significatives entre le nombre d'abeilles observé et le rendement ($r = 0,920$), le nombre d'abeilles et la distance du rucher ($r = 0,963$), la distance du rucher et le rendement ($r = 0,934$).

J. PIC.

DADAY (H.). — **Gene frequencies in wild populations of *Trifolium repens*. I.**

Distribution by geography. (Fréquences géniques dans les populations naturelles de *Trifolium repens*. I. Distribution géographique.) *Heredity*, VIII, 1, 61-78, 1954.

La présence d'hétéroside cyanogène et de la diastase hydrolysante correspondante sont deux caractères monofactoriels dominants de *Trifolium repens*. L'étude d'un grand nombre de populations naturelles de Trèfle blanc montre qu'il existe une corrélation étroite entre la fréquence des allèles récessifs correspondants et les isothermes de Janvier. Quand la température moyenne baisse de 0,055 C (1°F), le pourcentage des allèles récessifs augmente de 4,23 p. 100 pour le glucoside et 3,16 p. 100 pour la diastase.

Au point de vue quantitatif la teneur en acide cyanhydrique des individus est également plus élevée dans les régions chaudes. Il semble qu'il y ait là une sélection naturelle qui pourrait jouer également pour la présence d'« une marque » foliaire plus fréquente et plus marquée dans les régions méditerranéennes.

C. H.

HAWKINS (R. P.). — **Investigations on local strains of herbage plants. II. Types of red clover and their identification.** (Étude des populations locales de plantes fourragères. II. Types de trèfle violet et leur identification.)

J. Brit. Grassl. Soc., VIII, 3, 213-239, 1953.

Après avoir fait l'historique et l'origine de la culture du trèfle violet en Grande-Bretagne, l'auteur décrit les différents types de cette espèce qui y sont cultivés.

Il donne les bases d'une détermination de ces types d'après la date moyenne de floraison et le nombre moyen d'entre-nœuds sur la tige principale à la flori-

son. Il étudie ensuite les possibilités d'utilisation pratique de ces critères pour la réalisation d'un contrôle variétal.

J. PIC.

KEIM (W. F.). — **Interspecific hybridization in *Trifolium* utilizing embryo culture technique.** (Hybrides interspécifiques de *Trifolium* utilisant les techniques de culture d'embryons.) *Agron. J.*, 45, 12, 601-606, 1953.

L'excision d'embryons et leur culture sur milieu nutritif gélosé permet d'éviter la dégénérescence dans un certain nombre de croisements interspécifiques à l'intérieur du genre *Trifolium* (*Trifolium ambiguum* $2n$ $\times$ *Trifolium hybridum* $2n$, *Trifolium repens* $2n$ $\times$ *Trifolium nigrescens* $2n$, *Trifolium repens* $4n$ $\times$ *Trifolium nigrescens* $2n$).

Il semble toutefois que la méthode ne soit utilisable pratiquement que lorsque le développement des graines va naturellement assez loin avant qu'elles n'avortent.

C. H.

MAC VICAR (R. M.), BRAUN (E.), GIBSON (D. R.) et JAMIESON (C. A.). — **Studies in red clover seed production.** (Études de la production de graines de trèfle violet.) *Scientific Agric.*, 32, 2, 67-80, 1952.

Les auteurs ont étudié d'une part l'influence des traitements antiparasitaires, d'autre part, l'influence des insectes pollinisateurs sur le rendement en graines.

Dans la lutte contre les *Sitona*, *Tychius* et *Melanophus* spp. le traitement le plus efficace fut la combinaison d'une pulvérisation de DDT avant la floraison (1,5 kg de produit actif par hectare) et de toxaphène employé à la même dose à la pleine floraison. Ce traitement combiné produit un accroissement de rendement de 25 p. 100 par rapport au témoin.

Pour étudier l'action des abeilles dans la pollinisation, les auteurs ont éliminé les ruches existantes dans un rayon de 3 kms et apporté des colonies à l'extrémité du champ. Ils ont étudié le rendement en semences en fonction de l'éloignement des ruches. Avec une densité de 2,5 ruches par hectare, qui donnait un rapport abeilles-bourdons de 8 pour 1, ils ont constaté que le rendement variait en fonction directe du nombre d'insectes pollinisateurs.

Ils ont également constaté que la quantité de nectar produite et sa concentration variait de façon significative suivant les jours, mais que, pour un même jour le volume était plus important le matin et la concentration plus élevée l'après-midi.

J. PIC.

6. — Graminées fourragères

BOGOT (D. A.) et LESSELS (W. J.). — **Influence of fertility levels on grassland output.** (Influence des niveaux de fertilisation sur la production des prairies.) *J. of Brit. Grassl. Soc.*, IX, 1, 7-15, 1954.

Les auteurs exposent les résultats d'une enquête faite à ce sujet parmi les publications parues et dans un ensemble d'exploitation. Peu de résultats d'essais ont été publiés sur l'influence des diverses fumures sur le rendement et l'évolution du peuplement des prairies pâturées. L'application de fumure azotée sur les prairies fauchées pour le foin ou en vue de déshydrater le fourrage, provoque un accroissement de rendement qui est en moyenne de 200 à 400 V. A.

pour 25 unités d'azote. L'apport d'acide phosphorique et de potasse a peu d'effet sur le rendement de telles prairies.

Les cultivateurs fournissent en moyenne, par an, aux prairies temporaires pluriannuelles 15 unités d'azote, 25 d'acide phosphorique, et 10 de potasse, ce qui est nettement insuffisant. Les prairies permanentes reçoivent des fumures encore plus faibles (environ moitié des précédentes).

J. RE.

BURTON (G. W.). — **Does disease resistance affect forage quality ?** (La résistance aux parasites influe-t-elle sur la qualité des fourrages ?) *Agron. J.*, XLVI, 2, 99, 1954.

Des analyses comparées de F2 de *Sudangrass* sensibles ou résistantes à *Colletotrichum graminicola*, mais de même précocité montrent que si le rendement en matières sèches est très peu affecté par la présence du parasite, la qualité du fourrage récolté l'est sensiblement : augmentation de la teneur en matière sèche, de la teneur en lignine (de l'ordre de 20 p. 100), diminution de la teneur en protéines (de l'ordre de 10 p. 100).

J. RE.

DONNELLY (E. D.). — **Some factors that affect palatability in *Sericea lespedeza*, *L. Cuneata*.** (Facteurs influant sur l'appétabilité du *Lespedeza cuneata*.) *Agron. J.*, XLVI, 2, 96-97, 1954.

Au cours d'un essai destiné à mesurer l'appétabilité de plantes de *Lespedeza cuneata*, consommées par des bovins, il est apparu que les deux caractéristiques : finesse des tiges et faible teneur en tannin, conditionnent simultanément cette propriété.

J. RE.

LEFFEL (R. C.), KALTON (R. R.) et WASSOM (C. E.). — **Fertility evaluation and their relationships to clonal performance and combining ability in orchard grass *Dactylis glomerata* L.** (Évaluation du degré de fertilité, et ses relations avec les caractéristiques de clones et leur aptitude à la combinaison, chez le Dactyle, *Dactylis glomerata* L.) *Agron. J.*, XLVI, 8, 370-374, 1954.

Les résultats d'observations effectuées pendant deux années successives, sur 19 individus parentaux cultivés en clones amènent les auteurs aux conclusions suivantes :

— L'estimation du degré d'auto- ou d'interfertilité peut être effectuée de manière correcte grâce aux notations suivantes : nombre de graines capables de germer contenues dans les fleurs, nombre de graines capables de germer par panicule, nombre de graines bien formées par panicule, poids des graines par panicule, ou même poids des panicules non battues.

— Les degrés d'autofertilité observés ont varié de 0 à 100 p. 100. Ils sont, suivant les années, corrélatifs ou non des degrés de fertilité en fécondation libre.

— Aucune corrélation n'a pu être mise en évidence entre degré d'autofertilité et précocité de floraison, quantité d'inflorescences produites par un clone, rendement en fourrage du clone, rendement en graines du clone parental laissé en fécondation libre.

— Le degré d'autofertilité n'est pas non plus corrélatif de l'aptitude à la combinaison manifestée après l'étude des descendances de croisements diallèles

à voies multiples, et topcross, pour les caractéristiques suivantes : précocité de floraison, aptitude à produire des panicules, rendement en fourrage vert.

— Les relations existant entre fertilité en fécondation libre et caractéristiques des clones parentaux ou des descendance sont assez lâches.

J. RE.

WAGNER (R. E.). — **Influence of legume and fertilizer nitrogen on forage production and botanical composition.** (Influence de l'azote apporté par des légumineuses ou des engrais sur la production fourragère et la composition botanique de cultures de mélanges simples.) *Agron. J.*, XLVI, 4, 167-171, 1954.

Au cours d'essais poursuivis à Beltsville en 1949-1950, les rendements en matières sèches, la répartition saisonnière de la production, la composition botanique du fourrage fourni par des cultures pures ou en associations simples, Fétuque élevée, Brome Inerme, Trèfle blanc *Ladino* ont été étudiés. Ces diverses cultures ont par ailleurs été soumises à plusieurs traitements « fumure azotée », recevant 0, 80, 160 ou 240 unités d'azote par hectare et par an.

Les associations graminée-trèfle *Ladino* ont toujours produit plus que les cultures pures de graminées, même recevant 160 unités d'azote, suivant un rythme saisonnier plus régulier ; les cultures pures de Brome Inerme et de Trèfle *Ladino* étaient peu productives et infestées de mauvaises herbes, qui, d'ailleurs, étaient toujours plus abondantes dans les cultures pures des autres graminées, recevant de fortes doses d'azote.

J. RE.

TABLE DES MATIÈRES DE L'ANNÉE 1955

Mémoires originaux

Huglin (P.) . — Étude sur la morphologie, la phénologie et la productivité des principaux cépages de <i>V. Vinifera</i> L. cultivés en Alsace ...	5
Chopinot (R.) , et Dujardin (J.) . — Étude de quelques populations d' <i>Arrhenatherum elatius</i> en vue de leur utilisation agronomique	53
Kerguelen (M.) . — Recherche de relations entre quelques caractéristiques des sols et la végétation des herbages	67
Picard (J.) , Berthelem (P.) et Félix (L.) . — La culture de la Féverole-grain. Quelques données d'expérimentation réalisée en 1952, 1953 et 1954 dans la moitié nord de la France	79
Rives (M.) . — Méthodes d'analyse pour des essais incomplets.....	103
Souty (J.) , Bernhard (R.) , Rémy (P.) , Sanfourche (Mlle G.) et Thomas (M.) . — Station de recherches viticoles et d'arboriculture fruitière du Sud-Ouest. Travaux effectués pendant la période 1938-1954 par la section d'arboriculture	121
Gagnieu (Mlle A.) . — Étude d'une collection de variétés de pommiers cultivées en France. Comportement caryologique et caractères du pollen.....	237
Schad (C.) , Arnaud (R.) , Bidabe (B.) et Grente (J.) . — Recherches d'arboriculture fruitière de la station d'amélioration des plantes de Clermont-Ferrand	247
Brossier (J.) . — Recherches d'arboriculture fruitière à la station de recherches viticoles, œnologiques et d'arboriculture fruitière d'Angers. Compte rendu des travaux poursuivis de 1949 à 1953	325
Dommergues (P.) , Fleckinger (J.) et Messié (R.) . — Sur une méthode de description des variétés de pommiers à cidre	335
Margara (J.) et Ometz (S.) . — Les Hybridations interspécifiques chez la betterave. Étude cytologique et morphologique d'un hybride entre Betterave sucrière et <i>B. Lomatogona</i> F et M	445
Marie (R.) . — Contribution à l'étude du riz en France	463
Hangard (E.) , Hédin (L.) et Lefebvre (J. M.) . — Sur la façon de présenter les résultats de l'analyse fourragère	537
Madec (P.) et Perennec (P.) . — Les possibilités d'évolution des germes de la pomme de terre et leurs conséquences	555
Plumet (H.) . — Étude des facteurs conditionnant la qualité des orges de brasserie.....	575
Berthelem (P.) . — Observations préliminaires sur les effets du froid sur la féverole (hivers 1953-54-1954-55)	615
Simonet (M.) . — Études cytogénétiques d'hybrides d' <i>Iris pogoregelia</i> ; croisements et recroisements nouveaux	633
Moule (C.) . — La résistance des variétés d'avoine à la rouille couronnée..	639

The following is a list of the papers presented at the meeting of the Entomological Society of America, held at the University of California, Berkeley, California, U. S. A., on the 10th, 11th, and 12th of June, 1934.

THE ENTOMOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA

1934

The following is a list of the papers presented at the meeting of the Entomological Society of America, held at the University of California, Berkeley, California, U. S. A., on the 10th, 11th, and 12th of June, 1934.

The following is a list of the papers presented at the meeting of the Entomological Society of America, held at the University of California, Berkeley, California, U. S. A., on the 10th, 11th, and 12th of June, 1934.

The following is a list of the papers presented at the meeting of the Entomological Society of America, held at the University of California, Berkeley, California, U. S. A., on the 10th, 11th, and 12th of June, 1934.

The following is a list of the papers presented at the meeting of the Entomological Society of America, held at the University of California, Berkeley, California, U. S. A., on the 10th, 11th, and 12th of June, 1934.

The following is a list of the papers presented at the meeting of the Entomological Society of America, held at the University of California, Berkeley, California, U. S. A., on the 10th, 11th, and 12th of June, 1934.

The following is a list of the papers presented at the meeting of the Entomological Society of America, held at the University of California, Berkeley, California, U. S. A., on the 10th, 11th, and 12th of June, 1934.

The following is a list of the papers presented at the meeting of the Entomological Society of America, held at the University of California, Berkeley, California, U. S. A., on the 10th, 11th, and 12th of June, 1934.

TABLE PAR NOMS D'AUTEURS

(Les noms composés en caractères gras rappellent les mémoires originaux)

- ANDERSSON (G.), 672.
 ANHAEUSSER (H.), 548.
 BATEMAN (A. J.), 664.
 DE BENI (U.), 554.
Berthelem (P.), 615.
 BOGOT (D. A.) et LESSELS (W. J.), 676.
 BRAUN (E.), McVICAR (R. M.), GIBSON (D. R.), PANKIW (P.) et GUPPY (J.), 675.
 BREWBAKER (J. L.), 664.
 BRIK (K.) et QUADT (F.), 664.
Brossier (J.), 325.
 BURTON (G. W.), 677.
 BURTON (G. W.), DE VANE (E. H.), et CARTER (R. L.), 552.
 CALDECOTT (R. S.), BEARD (B. H.) et GARDNER (C. O.), 545.
Chopinot (R.) et **Dujardin (J.)**, 53.
 CIFERRI (R.) et PIGNATTI (S.), 554.
 COONS (G. H.), 671.
 DADAY (H.), 675.
Dommergues (P.), **Fleckinger (J.)** et **Messié (R.)**, 335.
 DONNELLY (E. D.), 677.
 FAJERSSEN (F.), 549.
Gagnieu (A.), 237.
 GASNER (G.) et BAUMGARTEN (G.), 666.
 GAUL (H.), 545.
 HAGBORG (W. A. F.), 669.
Hangard (E.), **Hedin (L.)** et **Lefebvre (J. M.)**, 537.
 DEN HARTOG (G. T.) et LAMBERT (J. W.), 669.
 HASKELL (G.), 672.
 HAWKINS (R. P.), 675.
 HEDDLE (R. G.) et HERRIOTT (J. B. D.), 552.
 HEINRICHS (D. H.), 550.
 HIURA (U.) et HETA (H.), 670.
 HOWARD (H. W.) et SWAMINATHAN (M. S.), 663.
Huglin (P.), 5.
 HUTCHINSON (J. B.), KENT (N. L.) et MARTIN (H. F.), 670.
 JONES (J. W.) et JENSEN (N. F.), 548.
 KAUTER (A.) et MARKI (H.), 667.
 KEIM (W. F.), 676.
 KENNEDY (W. K.), HESSE (W. H.) et JOHNSON (C. M.), 667.
Kerguelen (M.), 67.
 KERR (H. B.), 674.
 LACHANCE (R. O.) et OUELLETTE (G. J.), 550.
 LEFFEL (R. C.), KALTON (R. R.) et WASSOM (C. E.), 677.
 LEB SOCK (K. L.) et KALTON (R. R.), 553.
 LESINS (K.), 551.
 MacVICAR (R. M.), BRAUN (E.), GIBSON (D. R.) et JAMIESON (G. A.), 676.
Madec (P.) et **Perennec (P.)**, 555.
 MAES (E.) et PEETERS (G.), 670.
 MAKKINK (G. F.), 548.
Margara (J.) et **Ometz (S.)**, 445.
Marie (R.), 463.
 MARTINEZ (L. M.), AUSEMUS (E. R.) et BURNHAM (C. R.), 665.
Mayer (R.), 119.
 MOH (C. C.) et NILAN (R. A.), 665.
Moule (C.), 639.
 MULLER (H.), 667.
 OINUMA (T.), 546.
 OLAH (L. V.), 546.

- OLSSON (G.), 673.
OLSSON (G.), JOSEFSSON (A.) et
EVERSTROM (S.), 665.
OLSSON (G.) et HAGBERG (A.), 673.
OUELLETTE (G. J.) et LACHANCE (R.
O.), 551.
PIACCO (R.), 554.
**Picard (J.), Berthelem (P.) et Félix
(L.), 79.**
PIERRE (J. J.) et JACKOBS (J. A.), 668.
PIRSON (H.), 663.
Plumet (H.), 575.
POTOCANAC (J.), 674.
PUNNETT (H. H.), 546.
PUTT (E. D.), 547.
Rives (M.), 103.
RUSSEL (W. A.), 674.
**Schad (C.), Arnaud (R.), Bidabe (B.)
et Grente (J.), 247.**
Simonet (M), 633.
SMITH (W. K.), 551.
**Souty (J.), Bernhard (R.), Rémy (P.),
Sanfourche (G.) et Thomas (M.), 121.**
STANFORD (E. H.) et CLEVELAND (R.
W.), 551.
STEBBINS (G. L.), FUNG TING PUN, 547.
SUNESON (C. A.), 671.
THOMAS (M. L.) et KERNKAMP (M. F.),
553.
TOGLIANI (F.), 671.
WAGNER (R. E.), 668 et 678.
WHITEHEAD (F. H.), 547.
WHITEHEAD (W. L.) et DAVIS (R. L.),
552.
WIENHUS (F.), 549.
WILTSE (M. G.) et CHURCHILL (B. R.),
549.
ZIMMERMANN (K.), 666.

TABLE MÉTHODIQUE DES PUBLICATIONS ANALYSÉES

GÉNÉRALITÉS

I. — Cytologie

Caldecott (R. S.), Beard (B. H.) et Gardner (C. O.). — Effets cytogénétiques des rayons X et des neutrons thermiques sur les graines d'orge	545
Gaul (H.). — Analyse génomique à l'aide du croisement <i>Triticum x Agropyrum intermedium</i> , en tenant compte du croisement <i>Secale cereale x A. intermedium</i>	545
Howard (H. W.) et Swaminathan (M. S.). — Étude cytologique de plants haploïdes de <i>Solanum demissum</i>	663
Oinuma (T.). — Caryomorphologie des céréales. IX. Altération du caryotype chez <i>Aegilops</i> et <i>Triticum</i> . Rapports entre caryotype et génome	546
Olah (L. V.). — Analyse des génomes chez un hybride <i>Triticum dicoccum Schrnkx Aegilops ventricosa Tausch</i>	546
Pirson (H.). — A propos de la méiose chez <i>Linum usitatissimum</i> L.	663
Punnett (H. H.). — Examen cytologique de cellules hexaploïdes dans un albumen de Maïs	546
Putt (E. D.). — Études cytogénétiques de la stérilité chez le Seigle	547
Stebbins (G. L.), Fung Ting Pun. — Hybrides naturels et hybrides expérimentaux chez les <i>Gramineae</i> , tribu des <i>Hordeae</i> . VI. L'appariement des chromosomes chez l'hybride <i>Secale cereale x Agropyrum intermedium</i> et le problème de l'homologie des génomes, chez les Triticinées	547
Whitehead (F. H.). — Exemple de discrimination taxonomique par des méthodes biométriques	547

II. — Génétique

Bateman (A. J.). — Systèmes d'autoincompatibilité chez les Angiospermes. III. Crucifères	664
Brewbaker (J. L.). — Allèles d'autoincompatibilité chez <i>Trifolium hybridum</i> L. diploïde et autotétraploïde	664
Brix (K.) et Quadt (F.). — Recherches expérimentales sur la nature d'un polyploïde naturel, <i>Dactylis glomerata</i> L.	664
Jones (J. W.) et Jensen (N. F.). — Comportement du caractère « col-velu » chez des hybrides blé-seigle	548
Martinez (L. M.), Ausemus (E. R.) et Burnham (C. R.). — Hérité de la résistance à la rouille brune	665

- Moh (C. C.) et Nilan (R. A.).** — Mutation « ovaires multiples » chez l'orge. Un mutant induit par les radiations de la bombe atomique .. 665
- Olsson (G.), Josefsson (A.) et Everstrom (S.).** — Synthèse de la sous-espèce rapifera de *Brassica Napus* 665

III. — Physiologie

- Anhaeusser (H.).** — Germination et développement du pollen des gymnospermes en considérant spécialement le problème des substances de croissance 548
- Gasner (G.) et Baumgarten (G.).** — Le comportement osmotique du grain de blé en germination 666

IV. — Écologie

- Makkink (G. F.).** — La consommation en eau des prairies en 1953..... 548

VII. — Sélection

- Zimmermann (K.).** — Méthodes modernes appliquées à la sélection des graminées fourragères 666

VIII. — Techniques culturales

- Kauter (A.), Marki (H.).** — L'aptitude de différentes espèces de céréales à être utilisées dans des mélanges fourragers 667
- Kennedy (W. K.), Hesse (W. H.) et Johnson (C. M.).** — Effet des herbicides sur la rapidité de séchage de cultures fourragères faites pour le foin 667
- Muller (H.).** — Types de prairies de fauche et rendement en fourrage.. 667
- Pierre (J.) et Jackobs (J. A.).** — Influence du mode d'exploitation sur le Lotier 668
- Wagner (R. E.).** — Fertilisation azotée fournie artificiellement ou par des légumineuses, et production en protéines de cultures fourragères 668
- Wiltse (M. G.) et Churchill (B. R.).** — Lutte chimique contre le brome des toits dans une luzernière établie 549

CULTURES SPÉCIALES

I. — Céréales

- De Beni (U.).** — Le riz « Balilla » à gros grains 554
- Ciferri (R.) et Pignatti (S.).** — Une nouvelle espèce de panic apparue dans les rizières de Pavie 554
- Fajersson (F.).** — Weibulls Banco, une nouvelle variété de blé d'hiver . 549
- Hagborg (W. A. F.).** — Nanisme du blé et de l'orge sous l'action du virus de la mosaïque striée de l'orge 669
- Den Hartog (G. T.) et Lambert (J. W.).** — Relations entre certains caractères agronomiques et la qualité de l'orge en malterie.... 669

Hiura (U.) et Heta (H.). — Études sur la résistance aux maladies chez l'orge. II. Les races physiologiques d' <i>Erysiphe graminis Hordei</i> au Japon	670
Hutchinson (J. B.), Kent (N. L.) et Martin (H. F.). — Le pourcentage d'amande chez les avoines. Variation du pourcentage d'amande et du poids de 1 000 grains chez une variété.....	670
Maes (E.) et Peeters (G.). — Recherches concernant la valeur boulangère de races sélectionnées de froment belge.....	670
Piacco (R.). — Expérimentation de riz américains.....	554
Suneson (C. A.). — Effet de la rouille noire sur le rendement du blé..	671
Togliani (F.). — La lutte anticryptogamique contre la Fusariose du pied chez le riz.	671
Wienhus (F.). — Progrès dans la sélection pour la résistance au froid chez le blé et l'orge	549

II. — Plantes sarclées

Coons (G. H.). — Sélection des betteraves sucrières pour la résistance aux maladies, 1918-1952	671
---	-----

III. — Plantes oléagineuses

Andersson (G.). — Le colza de printemps Regina II	672
Haskell (G.). — Variation quantitative chez les <i>Rubus</i> subsexuels..	672
Olsson (G.). — Croisements entre <i>Brassica Napus L.</i> et l'espèce japonaise <i>Brassica napella</i> Chaix	673
Olsson (G.). — Étude de l'autofertilité du colza synthétique.....	673
Olsson (G.) et Hagberg (A.). — Recherches sur le colza haploïde..	673
Russel (W. A.). — Étude des relations entre le rendement, la teneur en huile et d'autres caractères agronomiques chez des lignées de tournesols et leurs top-crosses	674

IV. — Plantes textiles

Kerr (H. B.). — Anomalies chez <i>Linum usitatissimum L.</i>	674
Potocanac (J.). — Période de croissance et caractéristiques du développement des variétés locales de lin durant la phase de floraison.	674

V. — Légumineuses fourragères

Braun (E.), MacVicar (R. M.), Gibson (D. R.), Pankiw (P.) et Guppy (J.). — Étude sur la production de graines de trèfle violet (2 ^e partie)	675
Daday (H.). — Fréquences géniques dans les populations naturelles de <i>Trifolium repens</i> . I. Distribution géographique.....	675
Hawkins (R. P.). — Étude des populations locales de plantes fourragères. II. Types de trèfle violet et leur identification	675
Heinrichs (D. H.). — La recherche d'une luzerne rhizomateuse pour la pâture	550
Keim (W. F.). — Hybrides interspécifiques de <i>Trifolium</i> utilisant les techniques de culture d'embryons	676

Lachance (R. O.) et Ouellette (G. J.). — Histologie pathologique des tiges et des feuilles de luzerne déficientes en Bore, comme auxiliaire dans le diagnostic du jaunissement de la luzerne.....	550
Lesins (K.). — Sensibilité de quelques luzernes diploïdes au flétrissement bactérien	551
MacVicar (R. M.), Braun (E.), Gibson (D. R.) et Jamieson (C. A.). — Études de la production de graines de trèfle violet.....	676
Ouellette (G. J.) et Lachance (R. O.). — L'analyse du sol et de la plante comme diagnostic de la déficience en Bore des luzernières à Québec	551
Smith (W. K.). — Viabilité d'hybrides interspécifiques chez le Mélilot.	551
Stanford (E. H.) et Cleveland (R. W.). — Héritéité de deux anomalies foliaires chez la luzerne.....	551
Whitehead (W. L.) et Davis (R. L.). — Auto et intercompatibilité chez la luzerne : <i>Medicago sativa</i>	552

VI. — Graminées fourragères

Bogot (D. A.) et Lessels (W. J.). — Influence des niveaux de fertilisation sur la production des prairies.....	676
Burton (G. W.). — La résistance aux parasites influe-t-elle sur la qualité des fourrages ?	677
Burton (G. W.), De Vane (E. H.) et Carter (R. L.). — Pénétration, distribution et activité des racines de graminées des États du Sud estimées d'après les rendements, l'apparition de symptômes provoqués par la sécheresse et l'absorption de P 32.....	552
Donnelly (E. D.). — Facteurs influant sur l'appétabilité du <i>Lespedeza cuneata</i>	677
Heddle (R. G.) et Herriott (J. B. D.). — Établissement, croissance et rendement de mélanges ultra-simples à base de graminées dans le Sud-Est de l'Écosse. I.....	552
Laffel (R. C.), Kalton (R. R.) et Wasom (C. E.). — Évaluation du degré de fertilité, et ses relations avec les caractéristiques de clones et leur aptitude à la combinaison, chez le Dactyle, <i>Dactylis glomerata</i> L.....	677
Lebsock (K. L.) et Kalton (R. R.). — Variation intra et intervariétale chez <i>Bromus inermis</i> , son évaluation.....	553
Thomas (M. L.) et Kernkamp (M. F.). — Utilisation de coefficients d'hérédité et de corrélation pour mesurer l'aptitude à la combinaison chez le Brome Inerme.....	553
Wagner (R. E.). — Influence de l'azote apporté par des légumineuses ou des engrais sur la production fourragère et la composition botanique de cultures de mélanges simples.....	678

PRINCIPALES PUBLICATIONS DE L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

Vient de paraître :

L'acoustique des Orthoptères.

(Compte rendu du premier Symposium international, JOUY-en-JOSAS, 5-8 avril 1954.) **2.700 fr.**
(franco **2.800 fr.**).

Pour paraître prochainement :

La Physiologie de l'insecte, par RÉMY CHAUVIN. 2^e édition
entièrement revue et corrigée.

Les Principales variétés de pois cultivés en France, par R. FOURMONT.

PRINCIPAUX OUVRAGES EN VENTE :

Les Blés tendres cultivés en France, par JONARD (Paris 1951) **1.600 fr.**

Monographie des principales variétés de Pêchers, par
SOUTY et CAILLAVET (Bordeaux 1950) **2.600 fr.**

La Culture du Maïs Hybride en France **550 fr.**

La lutte chimique contre les Hannetons et les Vers blancs.
Un ouvrage broché in-4^o avec nombreuses illustrations.. **900 fr.**
(franco France et Étranger : **950 fr.**)

Cet ouvrage est le deuxième de la collection des « Actualités
agronomiques ».

*Les commandes d'ouvrages doivent être adressées au Régisseur des publications 7, rue Keppler,
Paris.*

*Règlement : par chèque bancaire à l'ordre du Régisseur des publications, par virement postal
à son compte courant : Paris 9064-43 ou par bons U. N. E. S. C. O.*

TABLE DES MATIÈRES

MADEC (P.) et PERENNEC (P.). — Les possibilités d'évolution des germes de la pomme de terre et leurs conséquences	555
PLUMET (H.). — Étude des facteurs conditionnant la qualité des orges de brasserie	575
BERTHÉLEM (P.). — Observations préliminaires sur les effets du froid sur la féverole (hivers 1953-54 — 1954-55)	615
SIMONET (M.). — Études cytogénétiques d'hybrides d'Iris pogoregelia ; croisements et recroisements nouveaux	633
MOULE (C.). — La résistance des variétés d'avoine à la rouille couronnée	639
DOCUMENTATION	663
TABLE DES MATIÈRES DE L'ANNÉE 1955	679
